

RUCÉLF[®]
IMPROVING ENERGY

пособие по проектированию
и расчету гелиосистем



Использование энергии солнца

Человек использует тепло солнца с незапамятных времён. Летом оно обогревает наши здания напрямую, а зимой мы потребляем аккумулированное солнечное тепло, используя древесину, уголь, газ для обогрева жилища и приготовления горячей воды. Солнце — самый неисчерпаемый и доступный из всех источников энергии, которые природа дарит человеку. Возможности использования экологически чистой, повсеместно доступной возобновляемой солнечной энергии сегодня привлекают все большее внимание. Самым эффективным, на данный момент, способом использования энергии солнца является ее поглощение солнечными коллекторами. Ведь использование коллекторов в существующих системах – это уже не будущее, а реальное настоящее. Учитывая, что цены на другие виды топлива и электроэнергию будут увеличиваться, установка системы солнечных коллекторов - это подлинные инвестиции в будущее.

Солнечная энергия интересует заказчиков как новостроек, так и обновляемых объектов. Это объясняется тем, что солнце круглый год бесплатно поставляет в наши дома энергию, которую можно эффективно использовать в любых широтах. Кроме того, солнечная энергия относится к самым безвредным для окружающей среды источникам энергии. Так сберегаются ограниченные ресурсы полезных ископаемых, и значительно уменьшается количество вредных веществ в атмосфере. Наличие на крыше дома использующего солнечную энергию устройства, свидетельствует о сознательном взгляде его владельца на чистоту окружающей среды и его не безразличии к тому месту, где он живет.

Использование солнечной энергии не только оказывает положительное влияние на окружающую среду, но и позволяет сэкономить немалые средства, ежемесячно или ежегодно выделяемые Вами на плату за отопление и горячую воду. За год это позволяет сэкономить 60-70% расходов на это средств.

Существуют различные виды солнечных коллекторов, имеющих свои положительные и отрицательные стороны:

Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде



В таком коллекторе вакуумные трубки соединены с накопительным баком. Из контура теплообменника вода течёт прямо в трубки, нагревается и возвращается обратно. Такие системы еще называют термосифонными. К преимуществам этих систем относится непосредственная передача тепла воде без участия других элементов. Термосифонные системы работают на принципе явления естественной конвекции, когда теплая вода стремится вверх. В термосифонных системах бак должен быть расположен выше коллектора. Когда вода в трубках коллектора нагревается, она становится легче и естественно поднимается в верхнюю часть бака. Более прохладная вода в баке течет вниз в трубки, таким образом, обеспечивается циркуляция во всей системе. В маленьких системах бак объединен с коллектором и не рассчитан на магистральное давление, поэтому термосифонные системы нужно использовать либо с подачей воды из вышерасположенной емкости, либо через уменьшающие давление редукторы. Такая система имеет минимальное гидравлическое сопротивление.

Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде и встроенным теплообменником



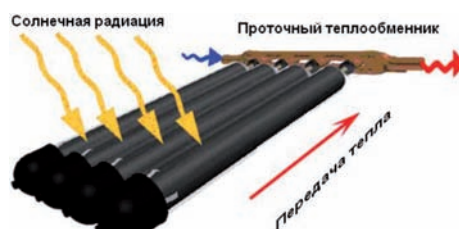
Такой коллектор имеет все преимущества и особенности предыдущего типа коллекторов. Отличием является наличие встроенного в бак эффективного теплообменника, что позволяет подсоединить коллектор с баком к напорной сети водоснабжения. При этом в трубках по-прежнему практически нет давления. Одним из преимуществ также является возможность заполнения водонагревательного контура незамерзающей жидкостью, что позволяет использовать его и при небольших минусовых температурах (до минус 5-10 градусов). Другим преимуществом является то, что в коллекторе не откладываются соли жесткости и другие загрязнения, так как объем теплоносителя один и тот же, а расходимая вода проходит только по внутреннему медному теплообменнику.

Вакуумный коллектор с термотрубками



Главным элементом солнечных коллекторов данной конструкции является термотрубка – закрытая медная труба с небольшим содержанием легкокипящей жидкости. Работа высокотехнологичных вакуумных трубок основана на простом принципе тепловой трубы, которая представляет собой полый медный стержень, запаянный с обоих концов с расширением в верхней части. Внутри него находится нетоксичная жидкость (иноргатик). При нагревании жидкости до температуры кипения она закипает и в парообразном состоянии поднимается в верхнюю часть – наконечник (конденсатор), температура на котором может достигать 250-380°C. И там конденсируется, отдавая тепло. А конденсат стекает по стенкам трубки вниз и процесс повторяется. Тепловая трубка вставляется в стеклянную трубу и фиксируется между двумя алюминиевыми ребрами. Форма ребер такова, что площадь их контакта с тепловой трубкой и внутренней поверхностью вакуумной трубы максимальна. Такая модель ребер обеспечивает максимальную передачу тепла к медной тепловой трубке, а потом теплоносителю в проточном теплообменнике. Внутренняя полость тепловой трубки – вакуумирована, поэтому эта жидкость испаряется даже при температуре около 30°C. При меньшей температуре трубка «запирается» и дополнительно сохраняет тепло.

Тепло от головки термотрубки передается основанию коллектора - приемнику. Приемник солнечного коллектора медный с полиуретановой изоляцией, закрыт нержавеющей корпусом или корпусом из алюминиевого сплава. Передача тепла происходит через медную „гильзу“ приемника. Благодаря этому отопительный контур отделен от трубок. При повреждении одной трубки коллектор продолжает работать. Процедура замены трубок очень проста, при этом нет необходимости сливать незамерзающую смесь из контура теплообменника.



Вакуумная труба состоит из двух стеклянных труб. Конструкция стеклянных вакуумных труб похожа на конструкцию термоса, одна трубка вставлена в другую с большим диаметром. Внешняя труба выполнена из прозрачного сверхпрочного боросиликатного стекла. Внутренняя труба также сделана из прозрачного боросиликатного стекла, покрытого специальным селективным нанопокрытием, которое обеспечивает максимальное поглощение тепла при минимальном отражении. Во избежание кондуктивных и конвективных теплотерь из пространства между двумя трубами выкачан воздух и создан вакуум. Для поддержания вакуума между двумя стеклянными трубами используется бариевый газопоглотитель (такой же, как в телевизионных трубках). При производстве газопоглотитель подвергается воздействию высоких температур, вследствие чего нижний конец вакуумной трубы покрывается слоем чистого бария. Этот слой бария поглощает вещества, которые выделяются из трубы в процессе хранения и эксплуатации, поддерживая таким образом состояние вакуума. Слой бария также является четким визуальным индикатором состояния вакуума. Когда вакуум исчезает, серебристый бариевый слой становится белым. Это дает возможность легко определить, исправна ли труба, внутри которой закреплена медная тепловая трубка с алюминиевыми ребрами для передачи тепла.

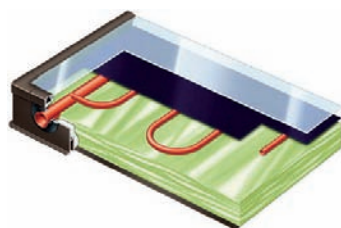


Основные требования к вакуумной трубе:

- материал: боросиликатное стекло соответствует ISO3585: 1991;
- коэффициент пропускания боросиликатного стекла: $\geq 0,92$;
- поглощаемая способность селективного абсорбирующего покрытия: $a \geq 0,94$;
- излучательная способность полусферы: $\epsilon \geq 0,08$;
- стартовая температура: $+30^{\circ}\text{C}$ (при данной температуре тепловая трубка начинает работать);
- время запуска в работу: не более 2-х минут при нормальном солнечном освещении;
- морозостойкость: выдерживает -50°C ;
- термостойкость: нет повреждений после трех раз поочередного воздействия холодной воды до 25°C и горячей воды свыше 90°C ;
- сопротивление граду: выдерживает град $\varnothing 25$ мм;
- стандарт внешнего вида: цвет селективного абсорбирующего покрытия должен быть равномерным, покрытие не должно шелушиться или морщиться. Поддерживающие части внутри трубы должны быть правильно и прочно закреплены. Допустимое отклонение в диаметре трубы из боросиликатного стекла должно соответствовать ISO4803: 1978;
- выгиб трубы из боросиликатного стекла не должен превышать 0,3%;
- поперечное сечение трубы из боросиликатного стекла, находящееся на 40-60 мм от её конца, должно быть круглым. Соотношение между самым коротким и самым длинным радиальными размерами стеклянной трубы не должно превышать 1,02.

Вакуумные трубки показывают превосходные результаты и в облачные дни, потому что трубы способны поглощать энергию инфракрасных лучей, которые проходят через облака. Благодаря изоляционным свойствам вакуума воздействие ветра и низких температур на работу вакуумных труб незначительно.

Плоский солнечный коллектор



Плоский коллектор - самый распространенный вид солнечных коллекторов, используемых в бытовых водонагревательных и отопительных системах. Этот коллектор представляет собой теплоизолированную остекленную панель, в которую помещена пластина поглотителя. Пластина поглотителя изготовлена из металла, хорошо проводящего тепло (чаще всего меди или алюминия). Чаще всего используют медь, т.к. она лучше проводит тепло и меньше подвержена коррозии, чем алюминий. Пластина поглотителя обработана специальным высокоселективным покрытием, которое лучше удерживает поглощенный солнечный свет. Это покрытие состоит из очень прочного тонкого слоя аморфного полупроводника, нанесенного на металлическое основание, и отличается высокой

поглощающей способностью в видимой области спектра и низким коэффициентом излучения в длинноволновой инфракрасной области. Благодаря остеклению (в плоских коллекторах обычно используется матовое, пропускающее только свет, стекло с низким содержанием железа) снижаются потери тепла. Дно и боковые стенки коллектора покрывают теплоизолирующим материалом, что еще больше сокращает тепловые потери.

Как мы видим, количество и разнообразие типов солнечных коллекторов достаточно велико. В чем же разница между ними? Какой тип коллекторов выбрать? Как обычно, однозначного решения не бывает. Существуют разные факторы и причины, которые заставляют выбрать оптимальный в данной ситуации тип коллектора. Сведем в таблицу положительные и отрицательные параметры вышеуказанных солнечных коллекторов.

	Сравнительная эффективность апрель-октябрь, в зависимости от площади	Сравнительная эффективность ноябрь-март, в зависимости от площади	Проблема размножения бактерий	Сравнительная цена	Ремонто-пригодность	Нагрев теплоносителя до температуры
Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде	90%	0	есть	20%	70%	95°C
Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде и встроенным теплообменником	95%	70%	нет	65%	60%	95°C
Вакуумный коллектор с термотрубками	100%	100%	нет	100%	100%	250°C
Плоский солнечный коллектор	60%	33%	есть	60%	30%	95°C

Исходя из известных данных можно сделать вывод, что **ВАКУУМНЫЙ КОЛЛЕКТОР С ПРЯМОЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕЙ ВОДЕ** необходимо использовать сезонно (апрель-октябрь). Дальнейшее их использование невозможно за счет вероятности замерзания жидкости внутри трубок и дальнейшего повреждения прибора. Использование этих коллекторов наиболее выгодно в регионах, где нет отрицательных температур. В этом случае, их установка окупается меньше чем за сезон. Поскольку данный вид коллектора работает исключительно без давления (не допускается давление в баке более 0,2 атмосфер), то подключение данного оборудования к магистральным трубопроводам возможно только с использованием понижающего редуктора или открытого бака с поплавковым механизмом. Поэтому, если на выходе необходим напор (например, для работы сантехнических приборов - кранов, санузла и т.п.), после солнечной водонагревательной установки нужно ставить гидроаккумулятор (насос с резиновым баком), рассчитанный на работу с горячей водой. Также к недостаткам можно отнести и возможность откладывания солей и другие загрязнения внутренней поверхности трубок при повышенной жесткости или загрязненности воды. Это может привести к ухудшению поглощающих свойств вакуумных трубок.

Вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде и встроенным теплообменником – это более технологичный вариант предыдущего вида коллектора. За счет неизменности теплоносителя (можно залить незамерзающую жидкость, увеличивая диапазон эксплуатации до -5...-10°C) в вакуумных трубках он не подвержен риску загрязнения внутренних поверхностей. Кроме того возможно подключение коллектора к трубам с магистральным давлением.

Плоский солнечный коллектор оптимален при необходимости использовать энергию солнца апрель-октябрь. За счет относительной дешевизны он может быть оптимальным для нагрева воды и бассейна в этот период. В холодное время года при минусовых температурах плоский солнечный коллектор не может служить источником тепла за счет больших потерь в окружающую среду. К недостаткам этого типа коллекторов относятся и достаточно небольшие температуры нагрева циркулирующей жидкости, что кроме всего прочего приводит к вероятности размножения болезнетворных бактерий, которой нет в системах с вакуумными коллекторами. В случае разбития герметизирующего стекла эффективность коллектора значительно уменьшается, так как тепло расходуется на обогрев окружающей среды, а также отсутствует парниковый эффект позволяющий в достаточной степени нагревать теплоноситель. В большинстве случаев солнечные коллекторы устанавливаются на крыше, поэтому для монтажных организаций важна легкость доставки и монтажа. Плоские солнечные коллекторы представляют собой неразборный блок больших габаритов, все это затрудняет подъем оборудования для монтажа на высоту и дальнейшая работа с ними. Если для плоских коллекторов максимальная температура нагрева воды не превышает 80-90°C, поэтому в системах с плоскими коллекторами существует проблема размножения бактерий и других микроорганизмов, которой нет в системах с вакуумными коллекторами.

ВАКУУМНЫЙ КОЛЛЕКТОР С ТЕРМОТРУБКАМИ – самый технологичный на данный момент тип коллектора. Может эффективно работать при температуре до -50°C. В отличие от плоского коллектора, при механическом повреждении одной или нескольких вакуумных трубок, они легко заменяются без остановки и слива всей системы. Из-за формы трубок и более эффективного поглощения солнечной радиации с одного м² вакуумный коллектор собирает в 1,5 раза больше тепловой энергии. К недостаткам данного типа приборов можно отнести относительно большую цену. Но этот «минус» компенсируется большим количеством «плюсов»

Использование вышеописанных типов вакуумных коллекторов является достаточно выгодным. Ведь с одного квадратного метра солнечного коллектора в условиях Украины и России для коммунально-бытовых нужд можно получать примерно 500 кВт•ч тепла в год. Ежегодная потребность одного человека в горячей воде требует 1500 кВт•ч тепла, а для отопления одного квадратного метра современного жилища - примерно 100 кВт•ч в год. Оборудование объекта гелиоприставкой означает появление на объекте дополнительного источника, способного поставлять в систему теплоснабжения от 30 до 70% необходимого тепла. В принципе, это уже само по себе даёт повод к тому, чтобы лишний раз подумать над тем, какой же из источников после этого следует воспринимать в качестве дополнительного. Если в зимний и летний периоды котёл и гелиоприставка поочередно принимают на себя основные сезонные функции, то в периоды межсезонья между ними устанавливается плавное взаимодействие. Такое рациональное сочетание не только позволяет существенно разгрузить котёл, но и, что ещё особенно ценно - обеспечивает более мягкий режим его эксплуатации. Оба указанных обстоятельства способствуют тому, чтобы считать, что наличие гелиоприставки создаёт условия для увеличения срока службы и повышает надёжность работы оборудования.

Системы солнечных коллекторов

Существуют несколько схем для подогрева воды:

- Одноконтурные - для использования сезонно или в местностях, где нет отрицательных температур в течение всего года. Вода должна быть не жесткой и чистой. Мы предлагаем системы солнечных коллекторов без давления (вакуумный коллектор с прямой теплопередачей воде).
- Двухконтурные - для круглогодичного использования, а также в местностях с жесткой и/или загрязненной механическими примесями водой.

Каждая из систем может иметь естественную и принудительную циркуляцию теплоносителя. Естественная (пассивная) циркуляция теплоносителя происходит без участия насосов и pomp. Нагретая вода в контуре поднимается вверх, а холодная опускается вниз. В этом случае бак-аккумулятор должен размещаться выше коллектора. В случае искусственной (активной) циркуляции - движение теплоносителя обеспечивается насосной установкой.

В системах с принудительной циркуляцией в коллекторный контур включается циркуляционный насос, что дает возможность устанавливать бак-аккумулятор в любой части здания. Направление движения теплоносителя должно совпадать с направлением естественной циркуляции в коллекторах. Включение и выключение насоса производится контроллером, представляющим собой дифференциальное управляющее реле, сравнивающего показания датчиков температуры, установленных на выходе из коллекторов и в баке. Насос включается, если температура в коллекторах выше температуры воды в баке. Существуют контроллеры, позволяющие менять скорость вращения и подачу насоса, поддерживая постоянную разность температур между коллекторами и баком.

Системы солнечных коллекторов также могут быть использованы для реализации технологии «теплый пол» и подогрева воды в бассейне.

Указание интенсивности солнечной радиации для городов Украины и России

Количество вырабатываемой коллектором полезной энергии зависит от целого ряда факторов.

К существенным факторам влияния относится общее количество располагаемой солнечной энергии.

Если в Ялте располагаемое суммарное излучение составляет 1307 кВт*ч/(м²/год), то в Киеве этот показатель равняется 1134 кВт*ч/(м²/год).

Существенную роль играют также тип, наклон и ориентация коллектора. И наконец, экономичная эксплуатация солнечной установки требует тщательного выбора параметров ее компонентов.

Таблица гелиообстановки в центральных областях Украины

			Ежемесячный усредненный случай облучения солнцем на горизонтальной поверхности (кВт*ч/м ² /день)												Среднемес. значение
Населенный пункт	Широты северной	Долготы восточной	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	0,00
Винница	49,23	28,49	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,30	5,16	4,68	3,21	1,97	1,10	0,90	3,11
Днепропетровск	48,43	35,13	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,20	0,96	3,35
Донецк	47,95	37,82	1,25	2,04	2,93	4,11	5,57	5,72	5,83	5,18	3,82	2,35	1,26	0,99	3,42
Житомир	50,26	28,67	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	3,04
Запорожье	47,85	35,16	1,21	2,00	2,91	4,20	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	3,44
Ивано-Франковск	48,91	24,71	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94
Киев	50,43	30,54	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	3,10
Кировоград	48,51	32,25	1,20	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	3,30
Луганск	48,57	39,35	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93	3,34
Луцк	50,76	25,35	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	2,99
Львов	49,84	24,01	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Николаев	46,95	32,02	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	3,55
Одесса	46,47	30,73	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	3,54
Полтава	49,59	34,54	1,18	1,96	3,05	4,00	5,40	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	3,25
Ровно	50,61	26,25	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	3,01
Севастополь	44,61	33,54	1,21	2,04	3,21	4,84	6,29	7,05	7,26	6,26	4,59	2,89	1,53	1,01	4,02
Симферополь	44,95	34,11	1,27	2,06	3,05	4,30	5,44	5,84	6,20	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,57
Сумы	50,48	34,97	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86	3,16
Тернополь	49,56	25,6	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Ужгород	48,62	22,29	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Харьков	49,99	36,25	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,90	3,26
Херсон	46,69	32,66	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	3,55
Хмельницкий	49,39	26,8	1,59	2,39	3,34	4,37	5,51	6,09	6,16	5,52	4,22	2,72	1,65	1,25	3,73
Черкассы	49,57	23,91	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3,00	1,85	1,06	0,83	2,92
Чернигов	51,49	31,3	0,99	1,80	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3,00	1,86	0,98	0,75	3,02
Черновцы	48,29	25,94	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94
Ялта	44,26	34,19	1,27	2,06	3,05	4,30	5,44	5,84	6,20	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,57
Архангельск	64,32	40,32	0,14	0,73	1,99	3,70	4,72	5,68	5,26	3,68	2,21	0,94	0,28	0,04	2,45
Астрахань	46,35	48,06	1,38	2,29	3,49	4,59	5,79	5,99	6,11	5,40	4,26	2,63	1,42	1,08	3,70
Белгород	50,59	36,62	1,13	2,00	3,90	3,82	5,28	5,33	5,46	4,68	3,29	1,99	1,12	0,85	3,24
Брянск	53,31	34,29	0,88	1,71	2,95	3,84	4,95	4,99	4,97	4,32	2,73	1,60	0,88	0,66	2,87
Челябинск	55,16	61,4	0,76	1,58	3,04	4,42	5,20	5,80	5,42	4,18	2,84	1,55	0,92	0,60	3,03
Иркутск	52,27	104,32	1,15	2,20	3,73	4,83	5,55	5,49	5,00	4,26	3,28	2,15	1,30	0,88	3,32
Катанг-Ивановск	54,76	58,2	0,86	1,75	3,21	4,42	5,08	5,46	5,19	4,11	2,86	1,57	0,99	0,70	3,02
Калининград	54,7	20,51	0,69	1,36	2,52	3,61	5,08	5,11	4,94	4,34	2,81	1,52	0,75	0,55	2,77
Кемерово	55,36	86,049	0,80	1,73	3,06	4,28	5,34	5,72	5,70	4,58	2,87	1,69	0,94	0,55	3,11
Краснодар	45,02	38,93	1,23	2,04	2,98	4,19	5,56	5,85	6,12	5,30	4,05	2,63	1,50	1,02	3,54

Курск	51,73	36,18	1,07	1,96	3,09	3,85	5,19	5,27	5,25	4,53	3,06	1,85	1,06	0,78	3,08
Липецк	52,6	39,59	0,97	1,90	3,22	3,87	5,16	5,21	5,11	4,49	2,94	1,70	1,00	0,71	3,02
Магадан	59,55	150,8	0,42	1,19	2,72	4,32	5,49	5,70	5,01	3,93	2,81	1,46	0,59	0,26	2,83
Москва	55,75	37,61	0,75	1,57	2,84	3,89	5,11	5,21	5,13	4,30	2,68	1,52	0,82	0,50	2,86
Мурманск	68,95	33,1	0,02	0,41	1,68	3,56	4,75	5,14	4,58	3,37	1,87	0,67	0,08	0,00	2,18
Новосибирск	55,03	82,93	0,78	1,65	3,01	4,40	5,55	5,97	5,90	4,71	3,04	1,74	0,94	0,49	3,18
Омск	54,96	73,39	0,76	1,57	3,14	4,50	5,76	6,28	5,81	4,62	3,21	1,89	1,01	0,63	3,27
Оренбург	51,76	55,1	0,99	1,88	3,39	4,66	5,99	6,44	6,22	5,20	3,79	2,14	1,18	0,80	3,56
Орел	52,96	36,07	0,99	1,88	3,13	3,90	5,15	5,21	5,07	4,43	2,91	1,72	0,99	0,72	3,01
Пенза	53,19	45,021	0,87	1,72	3,00	4,26	5,55	5,89	5,69	4,68	3,08	1,73	0,98	0,63	3,17
Ростов	57,2	39,44	0,56	1,36	2,63	3,89	5,22	5,50	5,39	4,23	2,60	1,41	0,70	0,40	2,82
Рязань	54,62	39,74	0,79	1,70	3,09	3,79	5,15	5,01	4,95	4,29	2,71	1,51	0,85	0,57	2,87
Самара	53,19	50,16	0,87	1,70	3,14	4,47	5,71	6,13	5,93	4,76	3,22	1,81	1,01	0,69	3,29
Саратов	51,52	46,03	1,02	1,90	3,23	4,49	5,94	6,33	6,17	5,17	3,55	2,06	1,12	0,77	3,48
Смоленск	54,77	32,05	0,77	1,63	2,84	3,87	4,82	4,96	4,94	4,12	2,72	1,49	0,80	0,53	2,79
Екатеринбург	56,83	60,6	68,00	1,52	2,93	4,38	5,05	5,70	5,30	4,01	2,65	1,43	0,84	0,48	8,52
Тамбов	52,71	41,42	0,96	1,91	3,29	3,97	5,16	5,31	5,24	4,53	2,99	1,73	1,03	0,72	3,07
Томск	56,45	84,96	0,69	1,59	2,94	4,29	5,48	5,79	5,80	4,55	2,83	1,58	0,83	0,46	3,07
Тверь	56,84	35,93	0,65	1,46	2,73	3,93	5,05	5,24	5,19	4,23	2,63	1,45	0,76	0,43	2,81
Тула	54,19	37,62	0,79	1,66	2,99	3,80	5,00	4,96	4,91	4,23	2,70	1,48	0,84	0,57	2,83
Тюмень	57,15	65,52	0,56	1,40	2,82	4,40	5,18	6,00	5,69	4,09	2,70	1,48	0,79	0,42	2,96
Владимир	56,13	40,4	0,63	1,43	2,70	3,89	5,27	5,53	5,43	4,28	2,69	1,47	0,75	0,41	2,87
Волгоград	48,71	44,5	1,26	2,20	3,32	4,34	5,62	5,82	5,86	5,21	3,82	2,34	1,28	0,96	3,50
Воронеж	51,65	39,19	1,03	1,97	3,15	3,94	5,21	5,35	5,29	4,59	3,08	1,83	1,06	0,78	3,11
Якутск	62,03	129,75	0,28	1,15	2,81	4,55	5,41	6,32	5,95	4,57	2,62	1,36	0,44	0,12	2,97
Красноярск	55,95	93,02	0,79	1,73	3,07	4,24	5,13	5,67	5,61	4,53	2,90	1,70	0,92	0,53	3,07
Хабаровск	48,46	135,08	1,68	2,79	4,13	4,76	5,49	5,79	5,13	4,26	3,66	2,63	1,82	1,35	3,62
Пермь	57,98	56,28	0,56	1,34	2,68	4,20	5,09	5,76	5,50	3,95	2,50	1,28	0,73	0,40	2,83

Оптимальная ориентация и наклон

Коллектор должен быть расположен в положении, обеспечивающем беспрепятственный проход солнечных лучей от 9 до 15 часов, т. к. в это время солнечная энергия максимальная. Частичная тень от проводов и небольших предметов не существенна. Предлагается устанавливать коллектор лицом на юг под углом соответствующим широте установки. Отклонение на 20 градусов от направления на юг допустимы и не влияют на производительность тепла коллектора. При монтаже вашего коллектора подсчитайте возможные ветровые нагрузки.

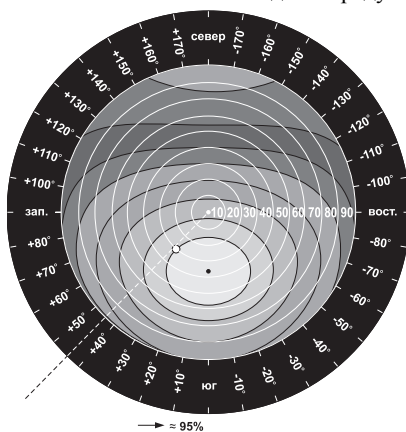
Рама и монтажные крепления проверяются на скорость ветра 160 км/час, тем не менее, производитель не может отвечать за ошибки монтажника, который не затянул все точки крепления. Если коллекторы RUCELF® должны быть использованы в областях высоких ветров, желательно использовать вспомогательные крепления (например, оттяжки из нержавеющей стали.) Снежные нагрузки должны быть минимальными, так как круглая конструкция вакуумных труб не образует большую площадь для накопления снега. Тем не менее, из-за того, что вакуумные трубки коллектора не излучают тепло, большой слой снега не расплавится и может незначительно влиять на работу системы. В регионах с глубоким снежным покровом рекомендуется устанавливать коллектор, таким образом, чтобы снег не блокировал лицевую часть коллектора.

Коллектор должен быть установлен по возможности как можно ближе к накопительному баку, так как удлинение линии передачи уменьшает эффективность и увеличивают затраты при установке.

Чтобы увеличить потенциальный выход тепла в зимний период (например, при использовании для нагрева помещения), рекомендуется, чтобы коллектор был установлен на угол 15° – 20° больше, чем соответствующая широта. Это даст максимальную площадь коллектора, встречающуюся с солнцем в течение зимних месяцев, уменьшая эту область в течение летних месяцев. Это обратная сторона медали для летних месяцев. Уменьшение возможного тепла - приблизительно 1% для каждого 1 градуса отклонения угла от угла с максимальным эффектом.

НЕ устанавливайте устройство таким образом, чтобы трубки располагались горизонтально или вверх дном... устройство не будет работать. Идеальный угол для установки - в пределах 20° – 80° от горизонтального.

Самого высокого коэффициента энергоотдачи солнечной установки за год можно добиться при ее расположении в южном направлении с наклоном 30 - 35 градусов к горизонтали. Но даже при значительном отклонении от этих условий (от юго-запада до юго-востока с наклоном от 25 до 55 градусов) целесообразен монтаж тепловой солнечной установки.



На рисунке наглядным образом демонстрируется потеря энергоотдачи в том случае, если коллекторная панель расположена не оптимально. Из рисунка видно, что меньший наклон эффективнее, если площадь коллектора нельзя ориентировать на юг. К примеру, тепловая коллекторная установка с наклоном 30° даже при 45° юго-западного направления дает еще почти 95% оптимальной энергоотдачи. Даже и при ориентации солнечной установки в восточном или западном направлении можно еще рассчитывать на 85% отдачи, если скат крыши составляет 25° - 40°.

Зимой более крутой угол был бы эффективнее, но две трети энергоотдачи солнечная установка дает в летнее полугодие. Углы атаки менее 20 градусов, напротив, следует избегать, так как в этом случае увеличивается степень загрязнения коллектора.

Если площадь коллектора должна распределяться по различным площадям коллекторных площадей. Каждая панель должна быть оснащена датчиком температуры коллектора и иметь отдельный насосный узел. Получаемая благодаря этому большая

энергоотдача в значительной степени ухудшает соотношение затрат и результатов.

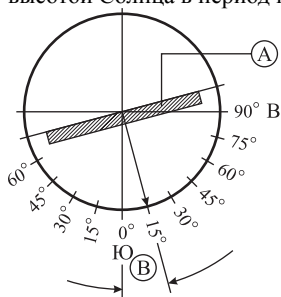
Для оптимизации восприятия коллекторами энергии они должны быть ориентированы в направлении Солнца. Критериями ориентации коллекторов являются угол наклона и азимут.

В таблице приведен оптимальный угол наклона коллекторов в зависимости от назначения системы.

Использование солнечного тепла для:	Оптимальный угол наклона гелиоколлекторов:
Приготовление горячей воды	От 30 до 45
Приготовление горячей воды+отопление помещений	От 45 до 53
Приготовление горячей воды+нагрев бассейна	От 30 до 45
Приготовление горячей воды+нагрев бассейна+отопление помещений	От 45 до 53

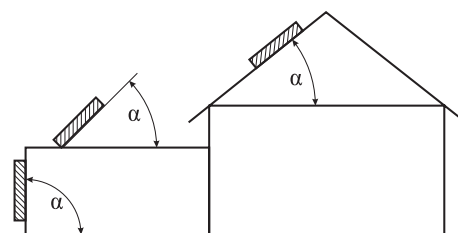
Угол наклона

Угол наклона α - это угол между горизонталью и коллектором. При установке на скатной крыше угол наклона задается скатом кровли. Наибольшее количество энергии воспринимается поглотителем коллектора при расположении плоскости коллектора под прямым углом к направлению инсоляции. Поскольку угол инсоляции зависит от времени суток и года, ориентацию плоскости коллектора следует выполнять в соответствии с высотой Солнца в период поступления наибольшего количества солнечной энергии.



Пример:
Отклонение с южного направления: 15° на восток

A - плоскость коллектора;
B - азимут.



Азимут

Азимут описывает отклонение плоскости коллектора от направления на юг; если плоскость коллектора ориентирована на юг, то азимут равен 0° . Поскольку наиболее интенсивная инсоляция наблюдается в середине дня, плоскость коллектора должна быть ориентирована по возможности на юг. Приемлемы также отклонения от направления на юг до 45° на юго-восток или юго-запад.

Основные задачи для солнечного проектирования

Существует ряд причин обращения человека к помощи солнечных коллекторов:

1. На участке, даче, в поселке отсутствует подвод природного газа. Перед человеком сразу сужаются рамки способов обогрева дома. Первый (самый простой) – установка электрического котла и полный обогрев электричеством. Второй способ – это монтаж системы теплового насоса. И третий – установка системы солнечного коллектора.
2. Потребитель имеет желание уменьшить расход газа.
3. У покупателя есть бассейн, который необходимо отапливать и зимой и летом.
4. У покупателя нет газа, и наличествует минимальная мощность электрических сетей.

Рассмотрим каждый из вариантов.

Второй вопрос, который задаст человек после просчета системы солнечного коллектора – это когда у меня эта система окупится. Чтобы правильно ответить на этот вопрос надо изначально понимать, какой вопрос целесообразно закрывать солнечным теплом, а какой нет.

Целесообразность определяется степенью окупаемости системы. В большинстве случаев, если на коттедже, где планируется установка коллекторов, присутствует подключение к трубопроводу природного газа, то целесообразность в отоплении дома солнечными батареями очень мала. В данном случае коллекторы можно использовать как источник, дающий первоначальный нагрев какому-то объему воды, которая в дальнейшем догревается газовым котлом до нужной температуры. В данном случае, этот вариант оптимален, если есть постоянно отбираемый объем воды (большой дом с большим количеством точек водоотбора, бассейн, теплый пол). Преимущества данного варианта, в отсутствии необходимости утилизировать избыток тепла в случае отсутствия водоотбора при солнечной погоде и 100% эксплуатация поглощаемого солнечного излучения. Также установка солнечных коллекторов целесообразна, если на участке или в доме наличествует бассейн. Не зависимо от времени года и суток бассейн необходимо подогревать, так как он теряет со своей поверхности тепло. Для поддержания заданной температуры, в зависимости от типа бассейна, необходимо расходовать от 100 до 300 Вт тепловой энергии с одного m^2 поверхности бассейна. В летнее время это особенно актуально, так как солнечная активность максимальна, а стоимость газа (нормы по газу минимальны) наибольшая.

При объяснении стоимости системы следует учитывать, что при монтаже системы солнечных коллекторов для получения теплой воды или подогрева бассейна дополнительные траты идут только на массив коллекторов и их установку, а также управляющий контроллер и ряд клапанов и кранов. Остальная часть оборудования в любом случае монтировалась бы в данную систему.

Начиная разговор с заказчиком, следует выяснить:

1. проектируется новая система или клиент хочет интегрировать систему солнечных коллекторов в уже существующую систему. Если какое-то оборудование уже существует и установлено, необходимо узнать его марки и характеристики;
2. какие наличествуют потребители тепла (ГВС, теплый пол, бассейн, фанкойлы, радиаторы и т.д.);
3. место для расположения массива коллекторов;
4. понимает ли заказчик приблизительную стоимость оборудования и установки.

Основные критерии, при которых однозначно необходимо рекомендовать ставить солнечные коллекторы:

1. наличествует бассейн с «зеркалом» от 30 м²;
2. происходит ежедневный водоотбор от 800 литров и выше;
3. дом используется круглогодично, на территории отсутствует газовые магистрали.

Определение площади солнечных коллекторов

Основная задача определение площади солнечного коллектора сводится к определению количества тепла необходимого для системы. Когда будет получена цифра, определяющая необходимое тепло, можно приступать к расчету количества трубок вакуумного солнечного коллектора. Данную задачу сначала решим на базе тепла, которое необходимо для системы горячего водоснабжения.

Подсчет количества тепла необходимого для обеспечения семьи из 4 человек горячей водой.

Шаг 1.

Определение, на сколько градусов должна повыситься температура воды и ее объем. Семья - 4 человека (2 взрослых и 2 ребенка). По эмпирическим данным на среднего человека расходуется в день 50 литров воды. Суммарный объем емкостного нагревателя надо рассчитывать из расчета 1,5...2 суточной потребности.

Соответственно $(50 \times 4) \times 1,5 = 300$ л

Средняя температура входящей воды = 15°C. Она должна быть нагрета до 50°C. $50 - 15 = 35$ °C.

Шаг 2.

Определяем количество энергии необходимой для нагревания этого количества воды. Учитываем, что для нагрева одного литра воды на один градус надо затратить энергию равную 1 ккал.

$300 \text{ л} \times 35^\circ\text{C} = 10500$ ккал.

Для перевода данной энергии в кВт*ч воспользуемся следующей формулой

$10500 / 859,8 = 12,21$ кВт*ч (1 кВт*ч = 859,8 ккал)

Шаг 3.

Определяем количество энергии, которая может поглощаться и преобразовываться в тепло солнечными коллекторами RUCELF®. Рассмотрим вариант расположения солнечной установке в городе Днепропетровске. Значение солнечной радиации можно посмотреть в таблице №1. В июле солнечная энергия на 1 м² составляет 5,7 кВт*ч*м²/день, а в феврале 1,99 кВт*ч*м²/день.

Солнечный коллектор RUCELF® способен поглощать до 80% энергии солнца.

Значение передачи поглощенной энергии вакуумными трубками RUCELF® равно $5,7 \times 0,8 = 4,56$ кВт*ч/день площади поглощения коллектора для июля.

Значение передачи поглощенной энергии вакуумными трубками RUCELF® равно $1,99 \times 0,8 = 1,59$ кВт*ч/день площади поглощения коллектора для февраля.

Площадь поглощения вакуумной трубки диаметром 58 и длиной 1800 мм составляет 0,08 м². Соответственно несложно подсчитать, что одна трубка способна получать и передавать солнечное тепло в размере 0,365 кВт*ч и 0,127 кВт*ч соответственно в июле и феврале.

Шаг 4.

Определяем необходимое число трубок.

Используя значение, вычисленное выше, определяем количество трубок, которое надо установить.

Энергия, которую необходимо затратить на нагрев нужного количества воды составляет 12,21 кВт*ч.

Энергия, которую может передать одна вакуумная трубка, в зависимости от месяца, составляет 0,365 кВт*ч и 0,127 кВт*ч.

Июль - $12,21 / 0,365 = 33$ трубок.

Февраль - $12,21 / 0,127 = 96$ трубок.

Подсчитав, количество трубок в составе коллекторов, мы видим, что в зависимости от месяца использования для приготовления нужного количества воды, количество трубок может существенно отличаться. Какой же вариант необходимо выбирать?

В данном случае вариант - чем больше, тем лучше, не подходит. Зимой мы получим необходимое количество тепла, но летом столкнемся с очень существенной проблемой – утилизацией избыточного тепла. Солнце невозможно выключить или включить, поэтому оно будет постоянно нагревать воду в вашем баке. В конечном итоге вода в баке-аккумуляторе закипит, а это может привести к выходу из строя оборудования. Можно осуществить сброс горячей воды в канализацию и набор в бак холодной воды для дальнейшего нагрева, но целесообразно ли такое использование солнечных коллекторов?

К проектированию солнечных коллекторов необходимо подходить так же взвешено, как и к любому строительству: не продумаешь концепцию строительства - не построишь функциональное здание, не сделаешь надежный фундамент не сможешь выстроить многоэтажный дом.

Применение солнечных коллекторов направлено, прежде всего, на экономию денег клиента, а во вторую - на экономию природных ресурсов. Поэтому необходимо использовать то количество солнечных коллекторов, которое экономически целесообразно. В данном случае, ставилась задача обеспечить горячей водой семью из 4 человек. Правильным решением будет считаться подбор количества трубок коллектора в зависимости от месяца, в котором максимальная солнечная эффективность. То есть для семьи из четырех человек в городе Днепропетровске необходим бак-накопитель на 300 литров и солнечный коллектор на 33 трубки.

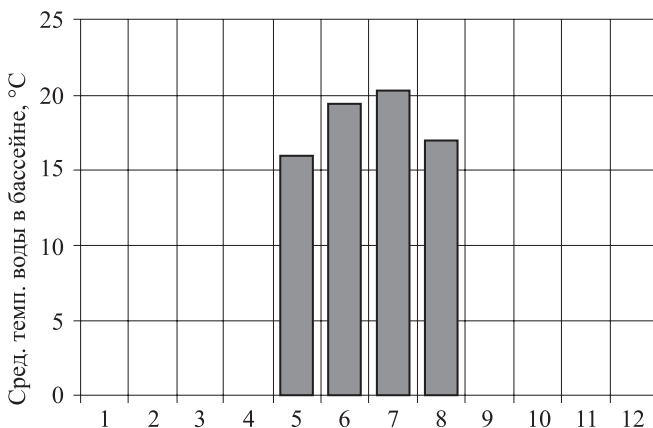
В данном случае мы решали простейшую задачу с использованием солнечной энергии для приготовления горячей воды для семьи из 4 человек. Немного более сложной является задача использования солнечной энергии для обогрева бассейнов.

Теплопотребление бассейна зависит от его типа (крытый или открытый), способа укрытия и положения. На теплопотребление открытых плавательных бассейнов влияют колебания температуры атмосферного воздуха, изменения облачности, теплоизоляция плавательного бассейна и требуемая температура воды бассейна. Для крытых бассейнов теплопотребление определяется вентиляцией, влажностью и температурой воздуха и требуемой температурой воды бассейна.

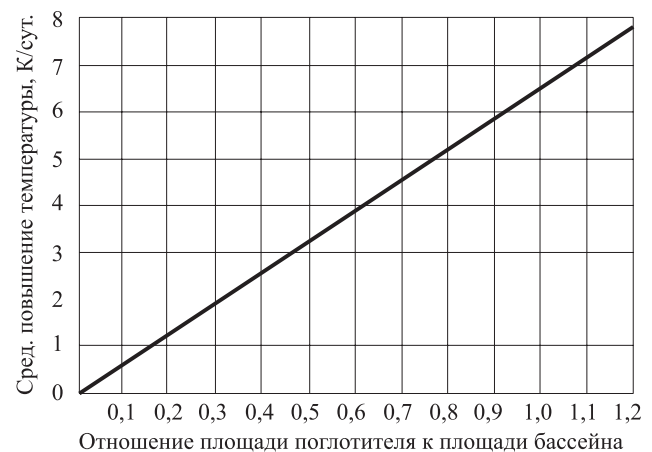
Открытые плавательные бассейны

Открытые плавательные бассейны используются в Центральной Европе, как правило, с мая по сентябрь. Их энергопотребление зависит в основном от интенсивности утечек, испарения, выноса (необходима подпитка холодной водой) и потерь на теплоотдачу. Если плавательный бассейн накрывать, то это позволяет значительно уменьшить испарение и, тем самым, энергопотребление. Наибольшее количество энергии поступает непосредственно от солнца, лучи которого падают на поверхность воды бассейна. Это обеспечивает воде бассейна «естественную» базовую температуру, которую можно изобразить как среднюю температуру воды в плавательном бассейне в течение периода эксплуатации на приведенной рядом диаграмме. На приведенную здесь характерную температурную зависимость использование гелиоустановки влияния не оказывает. Использование солнечной энергии позволяет в определенной мере повысить базовую температуру. В зависимости от соотношения площади ванны бассейна и площади коллектора можно достичь различного подъема температуры.

Характерная зависимость температуры открытого плавательного бассейна без подогрева воды (среднемесячные значения) в период с 1.1. по 31.12



Местонахождение: Киев
 Площадь поверхности бассейна: 40 м²
 Глубина: 1,5 м
 Положение: защищенное, в ночное время накрывается



Приведенная здесь диаграмма показывает среднее соотношение, которое может быть достигнуто между площадью поглотителя и площадью поверхности бассейна. Это соотношение вследствие сравнительно низких температур коллектора и малого периода эксплуатации (летом) не зависит от типа используемого коллектора. Если дополнительно используется обычная отопительная установка, повышающая базовую температуру воды в бассейне и поддерживающая эту температуру, то на данное соотношение это влияния не оказывает. Этап подогрева воды в бассейне можно, однако, значительно сократить.

Закрытые плавательные бассейны

Закрытые плавательные бассейны имеют, как правило, более высокую целевую температуру, чем открытые плавательные бассейны, и работают круглый год. Если в течение года требуется постоянная температура воды в закрытом плавательном бассейне, необходимо предусмотреть бивалентный подогрев воды. Чтобы избежать ошибок при расчете параметров, нужно измерить энергопотребление плавательного бассейна. Для этого выключить догрев на 48 часов и определить температуру в начале и в конце периода измерения. По разности температур и объему воды в бассейне можно рассчитать суточное энергопотребление бассейна. Для новых построек должен быть выполнен расчет тепловой нагрузки плавательного бассейна. В течение одного летнего дня (без затенения) коллекторная установка в режиме подогрева воды плавательного бассейна в Восточной Европе обеспечивает количество энергии в среднем 4,5 кВт*ч/м² площади поглотителя.

Пример расчета для коллекторов – 30 труб
 Площадь поверхности бассейна: 36 м²
 Средняя глубина бассейна: 1,5 м
 Объем воды в бассейне: 54 м³
 Потеря температуры за 2 дня: 2К
 Суточное энергопотребление: 54 м³ * 1К * 1,16 (кВт*ч/К*м³) = 62,6 кВт*ч
 Площадь коллектора: 62,6 кВт*ч : 5,2 кВт*ч/м² = 12,04 м²
 Это соответствует 5 коллекторам по 30 труб.

Для первого приближенного расчета (оценки затрат) можно исходить из средней потери температуры 1К/сут. При средней глубине бассейна 1,5 м это означает, что для поддержания базовой температуры энергопотребление составляет примерно 1,74 кВт*ч/(сут.*м² площади бассейна). Поэтому целесообразно на м² площади поверхности бассейна использовать примерно 0,4 м² площади поглотителя. Указанные в таблице максимальные площади поглотителя не должны превышать при следующих условиях:

Есть еще один способ приблизительного расчета площади солнечных коллекторов для бассейнов.

Для поддержания температуры воды закрытого бассейна (но не для ее нагрева), в зависимости от типа требуется энергия эквивалентная 0,1...0,3 кВт*ч/м². Возьмем вариант, при котором на поддержание температуры расходуется 0,1 кВт*ч/м². Имеется бассейн, «зеркало» которого составляет 50 м².

Существует несколько решений данной задачи:

1. Солнечные коллекторы передают свою тепловую энергию непосредственно теплообменнику бассейна. Теплопередача происходит при солнечном времени суток. В случае недостатка вырабатываемого тепла солнечными коллекторами подключается дублер-нагреватель (газовый, электрический или твердотопливный котел).
2. Устанавливается двойной, по сравнению с первым вариантом, массив солнечных коллекторов. Тепло солнечного коллектора избыточное в светлое время суток запасается в бак аккумулятора. В дальнейшем с помощью теплообменника бак-аккумулятор отдает свое тепло воде бассейна.

Оба варианта имеют право на жизнь. В каждом случае надо рассматривать ситуацию индивидуально.

Вернемся к варианту просчета.

Ежечасно для поддержания заданной температуры бассейна затрачивается 0,1*50=5 кВт*ч энергии. То есть в сутки на поддержание температуры тратится 120 кВт*ч энергии.

Если мы хотим использовать энергию солнечных коллекторов только в светлое время суток, то мы должны набрать массив коллекторов, который обеспечит нас теплом солнечной радиации в течение светового дня. То есть 80 кВт*ч. Из предыдущего расчета берем теплотворную способность одной трубки 0,365 кВт*ч/трубка/день. Просчитываем необходимое количество трубок.

Количество трубок = 80/0,365 = 219 трубок.

Если мы хотим решить проблему поддержания температуры бассейна и ночью с помощью тепла, выработанного солнечными коллекторами, то мы должны полную мощность, потребляемую на обогрев, поделить на теплотворную способность одной трубки.

Количество трубок = 120/0,365 = 328 трубок.

Во второй схеме добавляется бак большой емкости, аккумулирующий тепло солнца и через теплообменник отдающий его воде в бассейне.

В случае если клиент отоплял бассейн электрическим нагревателем, то при современных тарифах (0,25 грн = 1 кВт*ч), он на обогрев бассейна затратит сумму равную 365*0,25*120 = 10950 грн.

В случае если клиент отоплял бассейн газовым проточным нагревателем, то при современных тарифах (при превышении лимита кубов в год действует тариф 1,5 грн = 1 м³, если ориентировочно 10 кВт тепла = 1 м³ газа, в сутки на подогрев бассейна расходуется 120 кВт*ч энергии, т.е. около 12 м³ газа) он на обогрев бассейна затратит сумму равную 365*1,5*12=6570 грн.

Рассмотрим пример расчета гелиоустановки для коттеджа, ГВС 300 л в сутки, поддержка отопления (из расчета 10 кВт теплопотерь для дома площадью до 125 м²), подогрев воды в открытом бассейне 25 м³.

Определяем количество энергии необходимой для нагревания 250 литров воды с 15°C до 55°C. Учитываем, что для нагрева одного литра воды на один градус необходимо затратить энергию равную 1 ккал.

250 л x 40°C = 10000 ккал.

Для перевода данной энергии в кВт*ч воспользуемся следующей формулой 10500 / 859,8 = 11,6 кВт*ч (1 кВт*ч = 859,8 ккал).

Значение солнечной радиации можно посмотреть в таблице №1. В июле солнечная энергия на 1 м² составляет 5,7 кВт*ч*м²/ день, а в феврале 1,99 кВт*ч*м²/день (для г. Днепропетровска).

Солнечный коллектор RUCELF® способен поглощать до 80% энергии солнца.

5,7 x 0,8 значение передачи поглощенной энергии вакуумными трубками RUCELF® = 4,56 кВт*ч /день площади поглощения коллектора для июля. 1,99 x 0,8 значение передачи поглощенной энергии вакуумными трубками RUCELF® = 1,59 кВт*ч /день площади поглощения коллектора для февраля.

Площадь поглощения вакуумной трубки диаметром 58 и длиной 1800 мм составляет 0,08 м². Соответственно несложно подсчитать, что одна трубка способна получать и передавать солнечное тепло в размере 0,365 кВт*ч и 0,127 кВт*ч соответственно в июле и феврале.

Итак, необходимое количество трубок:

Июль – $11,6 / 0,365 = 32$ трубки. Февраль – $11,6 / 0,127 = 91$ трубка.

Для поддержки отопления

в январе значение солнечной радиации составит $1,2 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2/\text{день}$.

$1,2 * 0,8 * 0,08 = 0,08 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2/\text{день}$ – поглощает одна трубка, соответственно $9,6 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2/\text{день}$ поглощает 120 трубок.

Для поддержания температуры $25-26^\circ\text{C}$ в открытом бассейне объемом 25 м^3 требуется около 125 трубок.

Итак, выбираем 30 трубок для ГВС+120 трубок для подогрева бассейна (в зимний период используется на поддержку отопления).

Итого 150 трубок. Выбираем двухконтурный бак косвенного нагрева. Рассчитываем объем заполнения отопительной системы (радиаторы, фанкойлы, теплые полы, длины и диаметры трубопроводов), ориентировочно принимаем 15 л на 1 кВт тепла. Получаем 150 л (+ ГВС 250 л/сутки). Т.е. выбираем бак 400 литров, либо 2 бака: 250 и 150 литров.

Расчет приведен для следующих значений:

Тепловые потери помещения 80 Вт на 1 м^2

Расчет приведен для системы отопления с параметрами радиаторов $60/50/15^\circ\text{C}$

Время работы ТЭНов (котла) в ночной период составляет около 8 часов.

Подсчитав необходимое количество термотрубок, можно переходить к приобретению и установке системы солнечных коллекторов.

Приведем характеристики вакуумных солнечных коллекторов с термотрубками TM RUCELF®

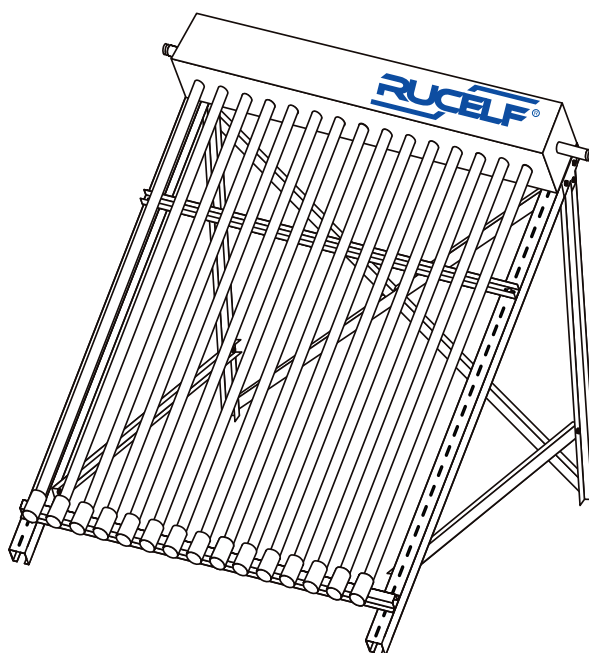
Модель	SCV-30-1800-58
Вид коллектора	Двойные стеклянные вакуумные трубки с тепловыми стержнями
Число труб	30
Диаметр труб	58 мм
Вес труб	1,99 кг
Материал труб	Боросиликатное стекло
Покрытие труб	Cu/SS-ALN(H)/SS-ALN(L)/ALN
Коэффициент поглощения	$>0,94\%$
Коэффициент излучения	$<0,06\%$
Вакуум	$P \leq 5 * 10^{-3} \text{ Па}$
Площадь поглощения трубы	$0,08 \text{ м}^2$
Размер апертуры	$0,094 \text{ м}^2$ на трубу
Прозрачность внешней трубы	0,95
Макс. температура застоя	240°C
Коэффициент потерь тепла	$0,6 \text{ Вт}/\text{м}^2 * ^\circ\text{C}$
Способность выдержать град	диаметр градин $\varnothing 25 \text{ мм}$
Макс. рабочее давление	300 кПа / 116 psi
Макс. прочность труб	0,8 МПа / 120psi
Рабочая жидкость	очищенная вода/пропиленгликоль
Рабочая температура кипения	$36^\circ\text{F} / 30^\circ\text{C}$
Допустимый горизонтальный угол	$0^\circ \pm 5^\circ$
Угол наклона	$15^\circ - 90^\circ$
Материал теплообменника	медь
Рабочее давление	6 бар
Присоединительный размер	18 мм / 0,7
Объем жидкости	715 мл
Скорость потока в коллекторе	0,1 л/труба/минута
Скорость потока в коллекторе	15 л/мин
Изоляционное покрытие	полиуретановая изоляция
Материал рамы	304 нержавеющая сталь
Герметизирующий материал	силиконовая кольцо
Выделение углерода	387 кг CO_2 для вычисления экологии
Вес брутто (сухой)	130 кг
Ширина	2450 мм
Глубина	1750 мм
Высота	1480 мм

Устройство вакуумной трубки		Двойная стеклянная соосная структура			
Материал труб		Боросиликатное стекло			
Внешний диаметр трубки и толщина, мм		47±0,7 и 1,6; 58±0,7 и 1,6; 70±0,7 и =2,0			
Внутренний диаметр трубки и толщина, мм		37±0,7 и 1,6; 47±0,7 и 1,6; 58±0,7 и 2,0		Изделие	термотрубка
Длина трубки, мм		800; 1200; 1500; 1600; 1800; 1900; 2000; 2100		Конденсатор (Ø x Д x Т), мм	16*65*0,8
				Корпус (Ø x Д x Т), мм	8*1635*0,6
				Рабочая температура, °C	-30...+220
Поглощающее покрытие	Состав	Cu/SS-ALN(H)/SS-ALN(L)/ALN		Мощность теплопередачи, Вт	150~180
	Метод наложения	магнетронное напыление с обжигом		Пусковая температура	25
	Удельное поглощение	as=0,93~0,96 (AM1.5)		Start-up rate (s)	30
	Коэффициент излучения	εH=0,04~0,06 (80±5)		Осевая разница температур, °C	1~4
Давление вакуума, Па		P≤50x10 ⁻³		Коэффициент теплопередачи (Вт/м ² *К)	(1,6~2)*10 ⁻⁴
				Термостойкость, °C/Вт	0,02
Солнечная радиация, МДж/м ²	H=4,1~4,4	H=3,74~4,2		Угол наклона	15° ~ 90°
	H=3,1~3,4	H=2,9~3,2		Давление вакуума, Па	4*10 ⁻³
Средний коэффициент потерь тепла, Вт/м ²		ULT=0,4~0,6		Общее опорное давление, МПа	4

Параметры коллекторов RUCELF®

Модель	Количество трубок, шт.	Ширина, мм	Площадь поглощения, м ²	Вес в сборе, кг	Глубина, мм (при угле наклона 45°)
SCV-1800-12	12	950	0,96	50	1750
SCV-1800-18	18	1435	1,44	70,8	1750
SCV-1800-24	24	1920	1,92	100	1750
SCV-1800-30	30	2390	2,4	130	1750

СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР



Расчет диаметра труб

Объемный поток в коллекторной панели. Коллекторные установки могут работать с различными удельными объемными расходами. Размерностью при этом является расход в л/(ч*м²). При равной инсоляции, т. е. равной мощности коллектора, большой объемный поток означает малый разброс температур в коллекторном контуре, а низкий объемный поток большой разброс температур. При большом разбросе температур средняя температура коллектора возрастает, т. е. КПД коллекторов соответствующим образом снижается. Однако при малых объемных потоках уменьшается использование вспомогательной энергии (поток от насоса), и можно использовать соединительный трубопровод меньшего диаметра. Чтобы обеспечить надежное протекание и турбулентный поток, при трубчатых коллекторах RUCELF® необходим расход минимум 25 л/(ч*м²). В целом при расчете объемных потоков коллекторов должен быть также принят во внимание необходимый объемный поток подсоединенных теплообменников.

- Режим минимального расхода - режим с объемным расходом примерно до 30 л/(ч*м²).
- Режим максимального расхода - режим с объемным расходом свыше 30 л/(ч*м²).
- Режим регулируемого расхода - режим с переменным объемным расходом.

Какой режим работы оптимален?

С точки зрения использования первичной энергии «режим минимального расхода» для коллекторов обеспечивает некоторые преимущества в сравнении с «режимом максимального расхода», если обеспечиваются надежное протекание теплоносителя через всю панель и турбулентный поток.

Пример:

4,8 м² площадь поглотителя (2 коллектора по 30 труб)

Необходимый объемный расход: 40 л/(ч*м²)

Отсюда следует: 192 л/ч, т. е. прил. 3,2 л/мин

Это значение должно достигаться при производительности насоса 100%. Регулировка может быть выполнена посредством ступеней производительности насоса. Положительный эффект с точки зрения использования первичной энергии теряется, если требуемый поток в коллекторе достигается за счет повышенных потерь давления (что означает больший расход электроэнергии). Следует выбрать ступень производительности насоса, превышающую требуемое значение. В этом случае контроллер автоматически уменьшает объемный поток путем снижения подачи электроэнергии на насос контура гелиоустановки.

Рекомендация по скорости потока

Для минимизации потерь давления в системе труб гелиоустановок, скорость потока теплоносителя в медной трубе не должна превышать 1 м/с. Рекомендуемая нами скорость потока составляет от 0,4 до 0,7 м/с. При таких скоростях потока имеют место потери давления от 100 до 250 Па на 1 м длины трубопровода. При более высокой скорости потока возрастают потери давления, а при значительно более низкой затрудняется вентиляция.

Для установки коллекторов мы рекомендуем рассчитать диаметр труб, как для обычной отопительной установки, по объемному расходу и скорости потока (см. таблицу ниже и примеры на следующих страницах).

Объемный расход (зависит от общей площади коллекторов)		Скорость потока, м/с						
		Размер трубы						
л/ч	л/мин	DN10	DN13	DN16	DN20	DN25	DN32	DN40
100	1,67	0,35	0,21	0,14	0,09	0,06	0,03	0,02
125	2,08	0,44	0,26	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03
150	2,50	0,53	0,31	0,21	0,13	0,08	0,05	0,03
175	2,92	0,62	0,37	0,24	0,15	0,10	0,06	0,04
200	3,33	0,70	0,42	0,28	0,18	0,11	0,07	0,05
250	4,17	0,88	0,52	0,35	0,22	0,14	0,09	0,06
300	5,00	1,05	0,63	0,41	0,27	0,17	0,10	0,07
350	5,83	1,23	0,73	0,48	0,31	0,20	0,12	0,08
400	6,67	1,41	0,84	0,55	0,35	0,23	0,14	0,09
450	7,50	1,58	0,94	0,62	0,40	0,25	0,16	0,10
500	8,33	1,76	1,04	0,69	0,44	0,28	0,17	0,12
600	10,00	2,11	1,25	0,83	0,53	0,34	0,21	0,14
700	11,67	2,46	1,46	0,97	0,62	0,40	0,24	0,16
800	13,33	2,81	1,67	1,11	0,71	0,45	0,28	0,19
900	15,00	3,16	1,88	1,24	0,80	0,51	0,31	0,21
1000	16,67	3,52	2,09	1,38	0,88	0,57	0,35	0,23
1500	25,00	5,27	3,14	2,07	1,33	0,85	0,52	0,35
2000	33,33	7,07	4,19	4,14	1,77	1,13	0,69	0,47
2500	41,67	8,84	5,23	4,84	2,21	1,41	0,86	0,58
3000	50,00	10,61	6,28	3,09	2,65	1,70	1,04	0,70

 - Рекомендуемый размер трубы.

Гидродинамическое сопротивление гелиоустановки

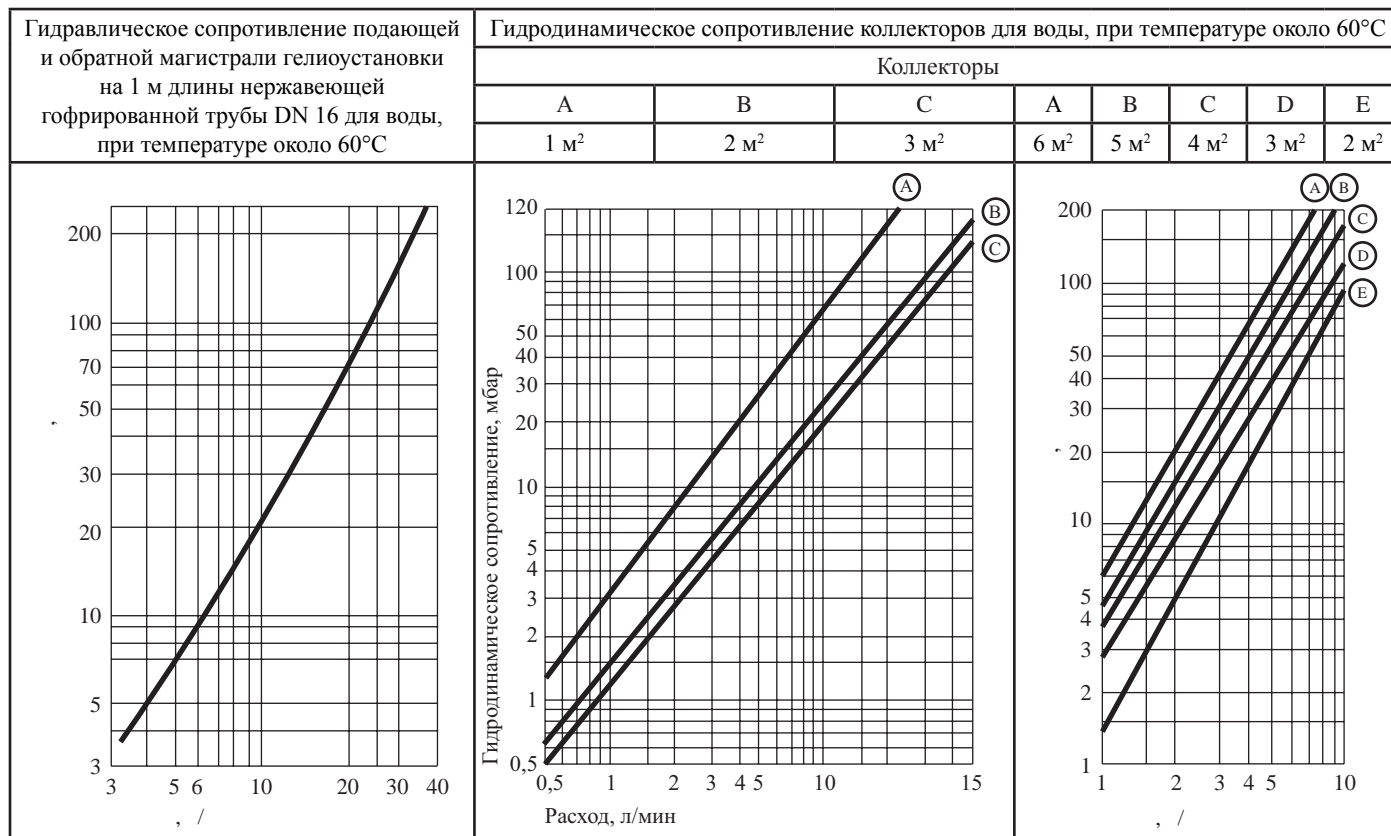
Полное гидродинамическое сопротивление гелиоустановки складывается из:

- сопротивления коллектора
- сопротивления трубопроводов
- сопротивлений отдельных фитингов
- сопротивления теплообменника в емкостном водонагревателе

Определение полного гидродинамического сопротивления

- при последовательной схеме установки коллекторов: полное гидравлическое сопротивление равно сумме местных гидравлических сопротивлений;
- при параллельной схеме установки коллекторов: полное гидравлическое сопротивление равно местному гидравлическому сопротивлению (предполагается, что все местные гидравлические сопротивления равны).

Гидравлическое сопротивление подающей и обратной магистрали гелиоустановки на 1 м длины нержавеющей гофрированной трубы DN 16 для воды, при температуре около 60°C



Указания по теплоносителю

После монтажа установки ее следует надлежащим образом промыть. После наполнения установки теплоносителем необходимо убедиться в том, что из установки надлежащим образом удален воздух и в ней происходит отбор тепла, т.е. будут предотвращены продолжительные застои. Теплоноситель запрещается в течение длительного времени подвергать температурам выше 170 °С. Более высокие температуры в сочетании с инородными веществами, например, кислородом, окалиной и стружкой, могут привести к медленному термическому распаду теплоносителя, на что указывает его потемнение. Следствием этого может явиться зашламливание и засорение контура гелиоустановки.

Условия для защиты теплоносителя

В случае режима простоя установки за счет соответствующего исполнения гидравлической системы должно быть обеспечено следующее:

- теплоноситель после достижения температуры кипения должен как можно более полно вытесняться из коллекторов образующимися при этом первыми пузырьками пара;
- теплоноситель должен быть собран в мембранный расширительный бак или во входной сосуд;
- ежегодно проверять теплоноситель в рамках технического обслуживания гелиоустановки.

Технические характеристики теплоносителя

- Защита от замерзания: до -28°C
- Плотность при 20°C: 1,032 ~ 1,035 г/см³
- Вязкость при 20°C: 4,5 ~ 5,5 мм²/с
- Значение pH: от 9,0 до 10,5

В настоящее время выпускается несколько марок антифризов для систем отопления, как правило, их основа - этиленгликоль или пропиленгликоль, а так же специальные присадки. В основном эти антифризы различаются по температуре кристаллизации. Вследствие токсичности этиленгликоля применение антифризов изготовленных на его основе в двухконтурных котлах нежелательно, так как возможно попадание теплоносителя из отопительного контура в контур водообеспечения. Кроме того, указанные антифризы не следует применять в открытых системах отопления (с открытым расширительным баком), там, где возможно испарение антифриза.

Менее токсичен антифриз, в основу которого входит пропиленгликоль. Наиболее безопасным можно считать антифриз на основе пищевого пропиленгликоля.

С тем, чтобы избежать перегрева теплоносителя выше 107°C, при котором происходит тепловое разложение этиленгликоля и антикоррозионных присадок, необходимо обеспечить соответствующую циркуляцию теплоносителя.

Не следует применять антифриз в системах, выполненных из оцинкованных трубопроводов, так как при этом теряются его свойства.

Объем заполнения компонентов гелиоустановки.

	D, мм					
Медная труба	12*1	15*1	18*1	22*1	28*1,5	35*1,5
Объем, л/м трубы	0,079	0,133	0,201	0,314	0,491	0,804
Нержавеющая труба	DN 16					
Объем, л/м трубы	0,25					

Трубопровод (трубы и теплоизоляция)

Трубы необходимо использовать металлические (медные, нержавеющие, стальные неоцинкованные), т.к. все известные нам пластиковые трубы не выдерживают возможные температуры (максимальная температура пара в контуре, даже неэффективных солнечных коллекторов, может достигать 150°C, а рабочая температура теплоносителя - 110°C). По этой же причине повышенные требования и к трубной теплоизоляции, которая должна выдерживать высокие температуры, а также не впитывать влагу и не давать усадку.

Удовлетворяет всем необходимым требованиям теплоизоляция из вспененного каучука. Мы рекомендуем использовать теплоизоляцию типа K-Flex: в области возможного парообразования – тип Solar HT, ECO или Armaflex HT (до 175°C), оставшуюся магистраль от коллекторов до теплообменника и в обратном направлении – тип K-Flex EC (до 130°C). Для обеспечения достаточного снижения теплопотерь в трубопроводе, а также в целях безопасности необходимо применять теплоизоляцию толщиной не менее 19 мм.

Запрещено использовать теплоизоляцию из вспененного полиэтилена (например, «Мирелон»), надетую непосредственно на трубу без температуроподавительного слоя.

Теплоизоляция, находящаяся на открытом воздухе должна быть устойчивой к ультрафиолетовому излучению, а также к граду и другим механическим воздействиям. Не рекомендуем использовать в качестве защиты фольгу или другие материалы с блестящим покрытием, т.к. птицы нарушают целостность не только верхнего покрытия, но и теплоизоляции. Диаметры труб подбираются индивидуально, исходя из необходимого гидравлического сопротивления системы и расхода теплоносителя. Выбираемые параметры системы и диаметры труб должны быть согласованы с параметрами насосных модулей. Трубки коллектора не устанавливают до тех пор, пока не подсоединят все остальные трубы, заполнят систему, и управление полностью работает. Обычно применяют трубы диаметром 1/2" и 3/4" т.к. поток относительно небольшой. **ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ТОЛЬКО СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ.** Помните, что материал должен выдерживать давления и температуру, которые могут возникнуть в наихудшем случае. Не проводите сварку вблизи портов коллектора, так как при этом могут быть разрушены переходные втулки и изоляция. Используйте мягкий припой. Не вращайте трубки на концах, так как при этом можно изогнуть или переместить их внутри коллектора. После того как сантехнические работы выполнены рекомендуется проверить трубы инертным газом, например азотом. Не давайте сверхдавления. Достаточно поддерживать давление 350 кПа более 24 часов. Каждые 1,8 м должна быть обеспечена поддержка трубопровода. Имейте в виду, что изоляция не должна ухудшаться, а трубы иметь наклон вверх по направлению к коллектору, чтобы оградить систему от поступления воздуха.

Теплоизоляционные материалы

Материал	λ , Вт/(м*К)	T, °C	ρ , кг/м ³
Полистирол	0,035	80	0,02
Пенополиуретан	0,028	100	0,035
Пенопласт	0,03-0,08	150	0,4-0,7
Поливинилхлорид	0,035	130	0,04-0,08
Полиметакриламид	0,029-0,035	160	0,03-0,2
Минеральная вата	0,038	200	0,145
Стекловолокно	0,036	300	0,12

Свойства теплоносителей для КСЭ (при 20°C)

Показатель	Вода	Воздух	Этилен-гликоль (50%)	Пропилен-гликоль (50%)	Силиконо-вое масло	Углеводороды	
						ароматические	парафиновые
Температура замерзания $T_{зам}$, °C	0	—	-36	-33	—	-60...-10	—
Температура кипения $T_{кип}$, °C	100	—	110	106	—	180...240	—
Удельная теплоемкость C_p , кДж/(кг*К)	4,187	1,005	3,3	3,6	1,4...2	1,5...2,1	1,8...2,6
Теплопроводность λ , Вт/(м*К)	0,68	0,026	0,43	0,42	0,16	0,13	0,13
Вязкость ν , 10 ⁻⁶ м ² /с	0,9	16,06	3,4	5	10...50	9...50	1...60

Циркуляционный насос Расчет циркуляционного насоса

Если известны расход и потеря давления всей установки, то по характеристикам насоса выбирается его тип. Лучше всего использовать ступенчатые насосы, которые путем переключения или регулировки частоты вращения можно согласовать в соответствии с требованиями установки.

Всегда устанавливать насосы ниже коллекторов, чтобы в случае застоя исключить попадание пара в расширительный сосуд.

Площадь поглотителя м ²	Удельный объемный расход, л/(ч*м ²)								
	15	20	25	30	35	40	50	60	80
	Режим минимального расхода			Режим максимального расхода					
м ²	Объемный расход, л/ч								
2	30	40	50	60	70	80	100	120	160
3	45	60	75	90	105	120	150	180	240
4	60	80	100	120	140	160	200	240	320
5	75	100	125	150	175	200	250	300	400
6	90	120	150	180	210	240	300	360	480
7	105	140	175	210	245	280	350	420	560
8	120	160	200	240	280	320	400	480	640
9	135	180	225	270	315	360	450	540	720
10	150	200	250	300	350	400	500	600	800
12	180	240	300	360	420	480	600	720	960
14	210	280	350	420	490	560	700	840	1120
16	240	320	400	480	560	640	800	960	1280
18	270	360	450	540	630	720	900	1080	1440
20	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1600
25	375	500	625	750	875	1000	1250	1500	2000
30	450	600	750	900	1050	1200	1500	1800	—
35	525	700	875	1050	1225	1400	1750	2100	—
40	600	800	1000	1200	1400	1600	2000	—	—
50	750	1000	1250	1500	1750	2000	—	—	—
60	900	1200	1500	1800	2100	—	—	—	—
70	1050	1400	1750	2100	—	—	—	—	—
80	1200	1600	2000	—	—	—	—	—	—
90	1350	1800	2250	—	—	—	—	—	—
100	1500	2000	—	—	—	—	—	—	—

Максимальная рабочая температура насосов – 120°C

 - используется насос с характеристиками $Q_{\text{макс}}=1,4 \text{ м}^3/\text{час}$, $P_{\text{макс}}=5,8 \text{ м вод. ст. (58 кПа)}$;

 - используется насос с характеристиками $Q_{\text{макс}}=2,8 \text{ м}^3/\text{час}$, $P_{\text{макс}}=8 \text{ м вод. ст. (80 кПа)}$.

Побудителем движения теплоносителя в циркуляционном контуре является насосная станция. С помощью насосов создается необходимый перепад давлений, компенсирующий гидравлические сопротивления в системе, и обеспечивается проток жидкости с требуемым расходом. Работа насоса характеризуется следующими рабочими характеристиками: подача, мощность и КПД. Подбор насоса осуществляется наложением характеристики гидравлической сети на универсальную характеристику насоса. Пересечение характеристики сети и характеристики насоса дает рабочую точку – точку совместной работы насоса и гидравлической сети.

Насосы используются в геосистемах с принудительной циркуляцией (такая система на 30% эффективнее системы с естественной циркуляцией) и предназначены для обеспечения циркуляции теплоносителя в коллекторном круге (бак - коллекторы - бак).

Гидравлическое сопротивление коллекторного круга достаточно мало, это даёт возможность использовать маломощные насосы, потребляемая мощность которых ничтожно мала по сравнению с полученной тепловой энергией от солнечных коллекторов. Мощность необходимого насоса зависит от нескольких факторов:

- количество коллекторов;
- используемый теплоноситель (вода, антифриз, раствор пропилен(этилен)гликоля);
- длина и диаметр трубопровода от солнечных коллекторов до бака.

Арматура и необходимые элементы обвязки насосной станции представлены на рис. 4.

- За насосом в линии нагнетания устанавливается обратный клапан, позволяющий исключить перетекание теплоносителя через неработающий насос;
- В трубной магистрали каждого насоса целесообразно устанавливать запорные клапаны для отключения насоса от циркуляционного контура в случае проведения регламентных или ремонтных работ; дренажный и воздушный клапаны, необходимые для опорожнения/заправки участка магистрали с насосом.

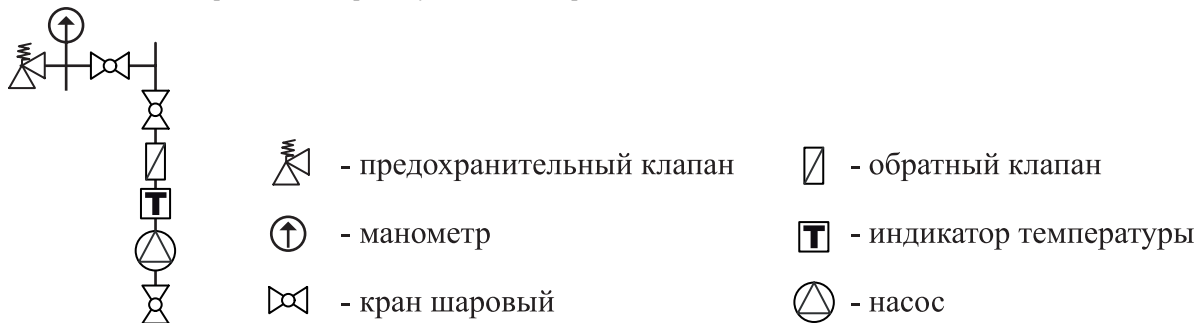


Рис. 4. – обвязка насосной станции

Дополнительное оборудование

КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ — клапан, открывающийся при повышении давления в системе выше регламентированного давления с целью перегузки теплоносителя на сторону низкого давления или выпуска.

Давление срабатывания предохранительного клапана согласно DIN 3320 равняется максимальному давлению установки +10%. Предохранительный клапан должен быть согласован с тепловой мощностью коллекторов и должен обеспечивать отвод их максимальной мощности. Разрешается использовать только такие предохранительные клапаны, которые рассчитаны на максимум 6 бар и 120 °С.

Без предохранительных клапанов давление внутри бака может подняться до величины, при которой бак разорвет. При этом может пострадать оборудование и люди. Солнечный коллектор должен проектироваться и поставляться с учетом наличия предохранительных клапанов по температуре и давлению. Предохранительный клапан по давлению должен иметь максимальную установку не выше 380 кПа с рабочим давлением 60-80 кПа. Предохранительный клапан по температуре должен срабатывать при достижении в одной из цепей солнечного коллектора или в баке хранения горячей воды температуры 99°С. Предохранительный клапан не должен отключать солнечный коллектор, а быть средством снижения температуры и давления. Мы рекомендуем, чтобы все предохранительные клапана проверялись каждые шесть месяцев, чтобы убедиться в их правильной работе. Клапана должны быть установлены вертикально, таким образом, чтобы штывер температурного датчика находился внутри потока рабочей жидкости, желательно на выходе из коллектора.

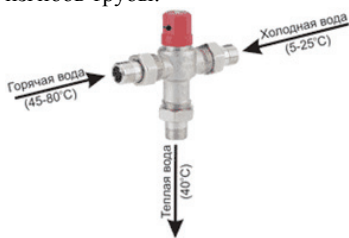
Мы советуем, чтобы при этом выполнялись следующие условия :

- дренажные трубы по всей длине должны иметь тот же диаметр, что и сбросные отверстия клапана;
- уклон должен быть направлен вниз от клапана к безопасному месту (люку в полу или наружу на землю);
- дренаж должен заканчиваться в 15-30 см над отверстием в полу;
- дренаж не должен быть длиннее 9 м и иметь не более 4 изгибов;
- не устанавливайте отключающих кранов в дренажную линию.

Коллекторный контур необходимо предохранить таким образом, чтобы при максимально возможной температуре коллектора (равной температуре в состоянии покоя) из предохранительного клапана не выходил теплоноситель. Этого можно добиться путем соответствующего расчета расширительного сосуда и настройки давления установки. При общей длине трубопровода макс. 10 м или использовании чердачных котельных мы рекомендуем установить в подающей магистрали входной и мембранный расширительный сосуд, а в обратной магистрали - только предохранительное устройство.

ОБРАТНЫЙ КЛАПАН, устройство, пропускающее поток жидкости или газа по трубопроводу только в одном направлении и автоматически закрывающееся при перемене направления потока.

ПОКАЗЫВАЮЩИЕ МАНОМЕТРЫ И ТЕРМОМЕТРЫ рекомендуется устанавливать для удобства обслуживания и эксплуатации гелиосистемы. С помощью показывающих термометров может быть осуществлен быстрый и простой мониторинг температуры теплоносителя на входе и выходе. Обязательный мониторинг давлений теплоносителя с помощью показывающих манометров необходим для постоянного контроля гидравлического сопротивления, а, соответственно, состояния теплообменной поверхности (степени загрязненности) и контроля расхода теплоносителя при проведении пуско-наладочных работ и эксплуатации системы. Манометры и запорные вентили необходимо устанавливать на прямолинейных участках трубопроводов. Нельзя их устанавливать вблизи отводов и изгибов трубы.



ТРЕХХОДОВОЙ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЙ КЛАПАН. Предназначен для смешивания и разделения потоков, а также регулирования температуры в контуре отопления или ГВС. Существуют с ручной и автоматической регулировкой температуры (с сервоприводом - механическая система с электродвигателем, смонтированным в пластмассовом корпусе. Позволяет плавно изменять степень открытия клапана).

ВОЗДУХОВЫПУСКНОЙ КЛАПАН. Особое внимание при заправке и эксплуатации циркуляционного контура с теплоносителем необходимо уделять проблеме удаления воздуха из системы.

Присутствие воздуха в теплоносителе приводит:

- к «завоздушиванию» системы и нарушению их теплообменных характеристик;
- ненормальной и нестабильной работе оборудования;
- увеличенному шуму при работе циркуляционного контура;
- пульсациям давления в циркуляционном контуре и возможности возникновения кавитации в насосной группе, что приводит к снижению ресурса и преждевременному выходу из строя насосного оборудования;
- закупорке воздушными пробками каналов теплообменника.

Особое внимание следует уделять выбору типа клапана для отвода воздуха из системы (ручной или автоматический). На рис. 5 проиллюстрирован случай подсоса воздуха в замкнутый циркуляционный контур через воздушный автоматический клапан при расхолаживании системы. В контуре установлен расширительный мембранный бак, но была большая утечка жидкости при пуско-наладке системы.

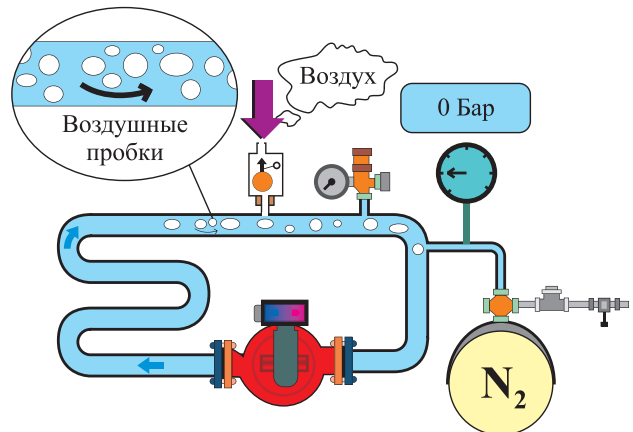


Рис. 5. «Подсос» воздуха в систему через воздушный автоматический клапан.

Для решения проблемы постоянной обработки циркулирующего теплоносителя в отопительной системе находят применения специальные устройства, позволяющие обеспечить высокую степень очистки от механических частиц и «дегазации» жидкости. На рис. 6 показан тип подобных устройств.

Рекомендуется, чтобы автоматический клапан воздушной очистки монтировался в самой высокой точке. Обычно это вход коллектора. Оставьте его открытым на неделю или достаточно долго, чтобы убедиться, что весь воздух удален и затем закройте его и заизолируйте, чтобы избежать утечки.

Расширительный бак

Теплоноситель циркулирует в гидравлической сети, которая представляет собой замкнутый объем конечных размеров, при изменении температуры теплоносителя объем его изменяется: при повышении температуры - увеличивается, при понижении температуры - уменьшается. Так как увеличение объема ограничено замкнутым пространством, то при повышении температуры происходит увеличение внутреннего гидростатического давления, что может привести к разрушению элементов гидравлической сети. Особенно «критичными» являются места соединений трубопроводов. Для компенсации увеличения объема в системе должен быть предусмотрен расширительный бак. Расширительные баки бывают открытыми, сообщающимися с атмосферой, закрытыми без мембраны с регулируемым избыточным давлением, закрытыми с мембраной.

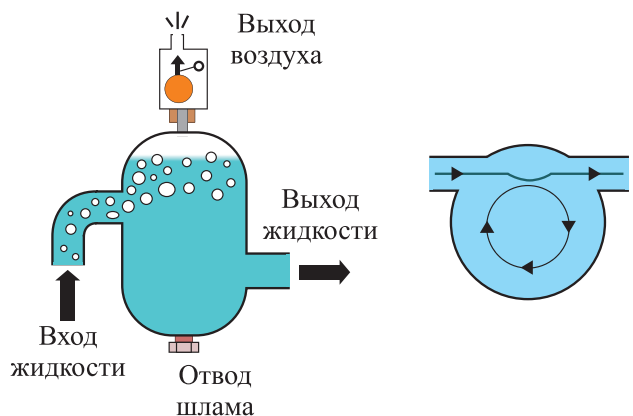


Рис. 6. – применение автоматического воздухоотводчика

Расширительный бак в замкнутой гидравлической системе выполняет следующие функции:

- воспринимает излишки теплоносителя (увеличение объема), образующиеся при его нагревании;
- возмещает убыль воды в системе (уменьшение объема) при ее охлаждении;
- поддерживает постоянство давления в «нулевой» точке гидравлической системы (точке подключения расширительного бака), в том числе гидростатическое давление при отключении насосов, чтобы не допустить «ухода» воды из верхних точек системы;
- поддерживает избыточное давление в гидравлической системе в определенном диапазоне давлений от минимального до максимального значения;
- сигнализирует об уровне воды в системе и управляет работой подпиточных насосов.

На практике наибольшее применение нашли закрытые расширительные баки с воздушной или газовой «подушкой». Баки герметичны, что способствует уменьшению коррозии в трубопроводной магистрали и элементах системы при ее эксплуатации; обеспечивают в широком диапазоне переменное давление. Применение закрытых расширительных баков уменьшает стоимость монтажа, так как не требуется установка баков в верхних точках системы.

Закрытый расширительный бак с мембраной представляет собой стальной цилиндрический сосуд, разделенный на две части резиновой мембраной, в одной части которой под определенным давлением находится газ (обычно азот), другая часть соединяется с гидравлической системой и заполняется теплоносителем, см. рис. 7.

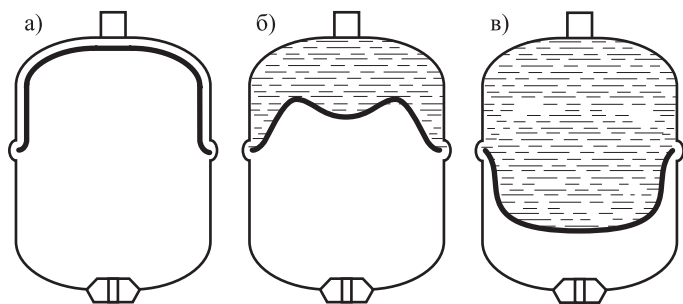


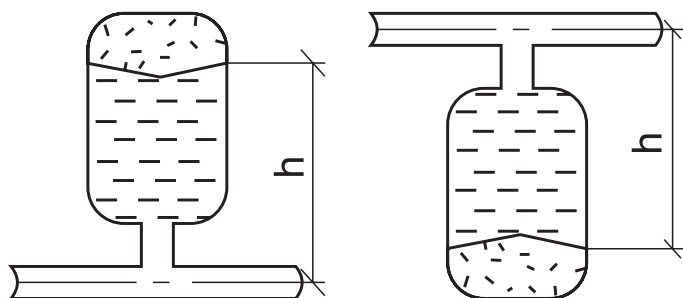
Рис. 7. Схема мембранного расширительного бака.

В нерабочем состоянии мембрана находится в следующих положениях:

1. при заполнении гидравлической системы теплоносителем мембрана находится в промежуточном положении
2. при нагревании жидкости увеличивается ее объем и мембрана прогибается до положения
3. если объем расширительного бака выбран меньше, чем необходимо, то давление в низших точках системы может превысить максимально допустимое. При понижении температуры теплоносителя давление в высших точках системы может оказаться ниже максимального необходимого.

Объем закрытого расширительного бака зависит от:

- объема теплоносителя в гидравлической системе;
- расчетной температуры и свойств теплоносителя в системе;
- диапазона изменения давления в системе (от минимального до максимального);
- давления циркуляционного насоса;
- места расположения расширительного бака.



а) $P_0 = P_1 + \rho gh$

б) $P_0 = P_1 - \rho gh$

Рис. 8. Давление в точке присоединения расширительного бака к магистрали.

Место расположения расширительного бака в системе выбирается в зависимости от требуемого давления с учетом того, что в точке установки расширительного бака поддерживается постоянно давление, независимо от того работает насос или он отключен. При соединении расширительного бака с трубной магистралью давление в точке «0» определяется согласно рис. 8.

Для закрытого расширительного бака с мембраной или без - рис. 8а, для закрытого бака с мембраной - рис. 8б, где:

- P_a - атмосферное давление;
- P_1 - давление предварительной настройки бака;
- h - высота уровня жидкости относительно точки «0»;
- ρ - плотность жидкости;
- P_0 - давление в месте подсоединения бака к магистрали.

На рис. 9 показано, какое давление будет поддерживаться в гидравлической системе до и после насоса: а) при установке расширительного бака на всасывающей стороне насоса и б) на нагнетательной стороне насоса при работающем или отключенном насосе.

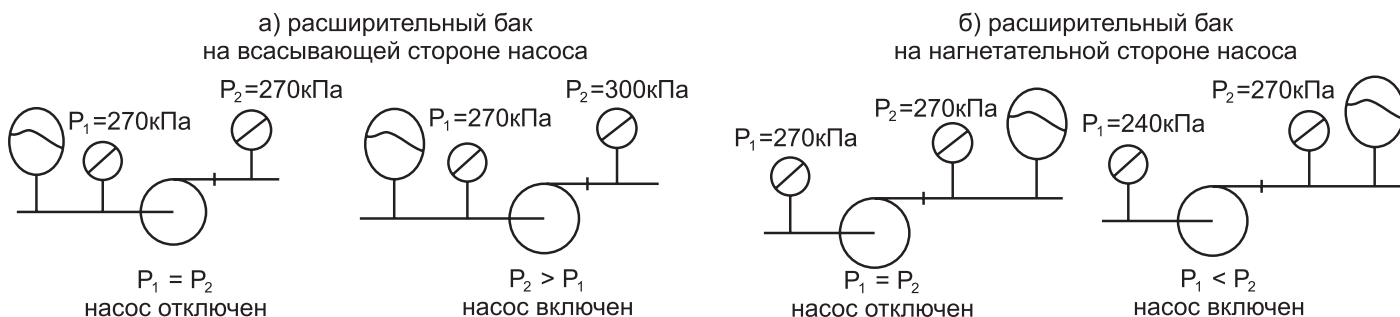


Рис. 9. Давление на всасывающей и нагнетательной стороне насоса в зависимости от места установки расширительного бака.

Когда насос отключен, давление до насоса P_1 и после насоса P_2 равно гидростатическому давлению в точке подключения расширительного бака (точки «0»). Когда насос работает и расширительный бак установлен на всасывающей стороне насоса, давление P_1 равно давлению в точке «0», давление P_2 больше давления в точке «0». При установке расширительного бака на нагнетательной стороне, давление на всасывающей стороне насоса P_1 меньше давления в точке «0». В этом случае требуется расширительный бак больших размеров.

Как правило, в гелиосистемах мембранный расширительный бак рекомендуется устанавливать на всасывании в насосную группу.

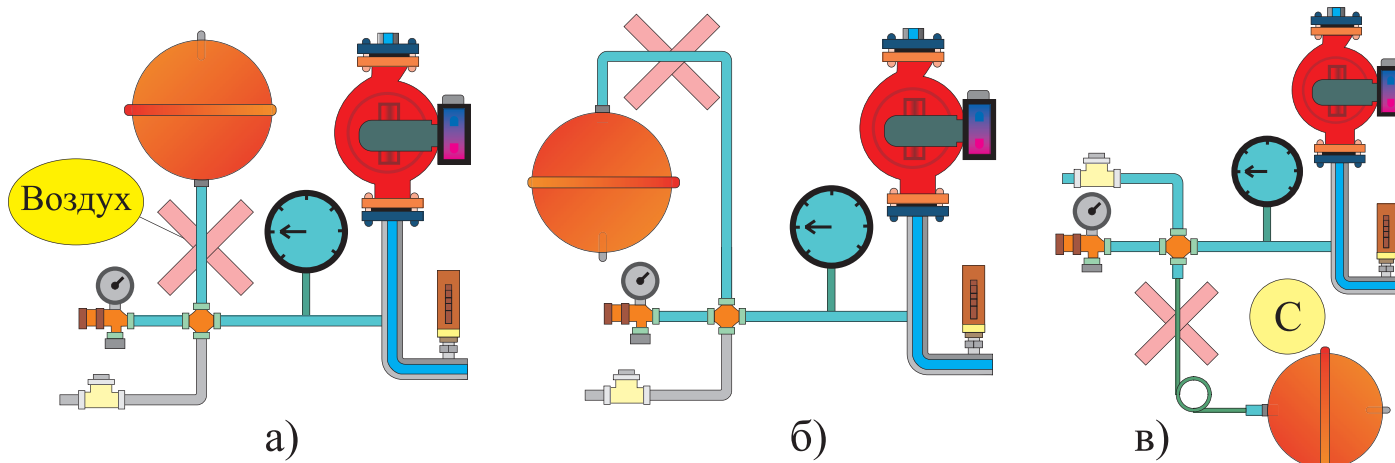


Рис. 10. Типичные ошибки при монтаже расширительных мембранных баков.

Полезный объем закрытого расширительного бака определяют по формуле:

$$V_{рб} = \Delta V / [P_{пр} * (1/P_{мин} - 1/P_{макс})]$$

Где:

ΔV - приращение объема жидкости в системе при нагревании, м³, определяется как $\Delta V = V_c * (\rho_1 / \rho_2 - 1)$, где ρ_1, ρ_2 - плотность жидкости при минимальной и максимальной температуре в системе, кг/м³

Приращение объема жидкости в системе при нагревании иногда выражают через коэффициент объемного расширения теплоносителя:

$$\Delta V = \beta * \Delta t * V_c$$

где Δt - изменение температуры от минимального до максимального значения в системе, °С

$$\Delta t = t_{макс} - t_{мин}$$

Среднее значение коэффициента объемного расширения воды 0,0006 1/°С. Для гликолиевых растворов коэффициенты объемного расширения определяют по графику в зависимости от концентрации водного раствора.

В коллекторах в холодном состоянии должно поддерживаться избыточное давление не менее 1 бара. Отсюда следует, например, что при статической высоте 8 м давление установки составляет 1,8 бар. Давление в расширительном баке должно быть на 0,3 бар ниже установленного давления установки.

В горячем состоянии давление установки повышается примерно на 1-2 бара. Чтобы при образовании пара (застое) из предохранительного клапана не выходил теплоноситель, расширительный бак следует рассчитать с достаточно большими размерами, позволяющими принять содержимое коллекторов при образовании пара.

Объем расширительного бака в зависимости от бака-аккумулятора

Объем бака-аккумулятора	100...150 л	200...250 л	300 л	400 л	500 л	750 л	1000 л
Объем расширительного бака	5 л	8 л	12 л	18 л	24 л	33 л	50 л

Баки-аккумуляторы (водонагреватели косвенного нагрева) RUCELF®

Специфика работы систем солнечного теплоснабжения заключается в необходимости аккумулирования солнечной тепловой энергии с целью ее использования в различное время суток, следовательно, в необходимости использования бака-аккумулятора. Данная необходимость обусловлена нестабильностью солнечного излучения в течение суток, в то время как горячая вода и тепловая энергия для целей отопления необходима, в т.ч. когда солнечное излучение вообще отсутствует. Эффективность гелиосистемы значительно зависит от правильности выбора объема баков-аккумуляторов.

Для определения необходимого объема баков-аккумуляторов необходимо следовать двум правилам:

1. В отличие от бойлеров, нагреваемых традиционным источником тепловой энергии 2-3 раза в сутки, объем бака в гелиосистеме должен быть не менее суточной потребности в горячей воде $t = 45-60^\circ\text{C}$. При переменном потреблении рекомендуем брать коэффициент 2, при постоянном расходе – 1,5.
2. Объем аккумулятора должен быть не менее 30 л/м² полезной площади солнечных коллекторов.

Контур гелиоколлекторов подключается к нижней части бака-аккумулятора, а дублирующий источник энергии (эл. ТЭН, котел и др.) должен работать только на верхнюю часть, чтобы не снижать эффективность работы гелиосистемы.

Для гелиосистем с необходимым объемом бака-аккумулятора до 500 л, мы рекомендуем использовать баки-аккумуляторы с внутренними теплообменниками.

Численность семьи, чел.	Суточный расход горячей воды на 1 человека, л		Объем аккумуляторного бака, л
	45°C	60°C	
1	80	60	120-150
2			200
3			250
4			300-350
5			400
6			450-500
7			550
8			600-650
10			800

Конструктивные особенности:

- Внутреннюю поверхность бака водонагревателя предохраняет от коррозии эмалированная глазурь, которая обжигается в печи при температуре 850°C;
- Сменный магниевый анод продлевает срок службы бака (дополнительно защищает его от коррозии);
- Водонагреватель имеет фланец, который позволяет очищать бак от накипи и отложений;
- Теплоизоляция толщиной 50 мм, позволяет минимизировать тепловые потери;
- Встроенный электрический ТЭН (2,2 кВт) в средней части бака;
- Внешний кожух - металл, покрыт порошковой краской белого цвета.

Максимальная температура теплоносителя	110°C
Максимальная температура воды в баке	95°C
Рабочее давление в баке	6 бар
Максимальное давление в баке	10 бар
Потери давления в змеевике бака, макс, кПа	12
Площадь теплообменника, м ² (для бака 200 л)	0,6
Площадь теплообменника, м ² (для бака 200 л, 2 теплообменника)	0,6 (нижний) 0,4 (верхний)
Площадь теплообменника, м ² (для бака 250 и 300 л)	0,7
Площадь теплообменника, м ² (для бака 250 и 300 л)	0,7 (нижний) 0,4 (верхний)
Показатель мощности теплообменника согласно стандарту нижнего/верхнего теплообменника DIN 4708 [NL] (для бака 300 л)	4,2/2,3
Патрубки для подключения, диаметр	3/4
Змеевик теплообменника, Ø*L, мм	12*1000
Габаритные размеры бака, Ø*L, мм	560*1500

Все бойлеры должны устанавливаться в помещении, защищенном от атмосферных воздействий (не предназначены для работы на открытом воздухе).

Контроллеры

С помощью интеллектуального регулятора управления в сочетании с гелиоколлекторами обеспечивается особенно эффективное использование солнечной энергии. Регуляторы предназначены для использования в одно- и многоконтурных гелиоустановках. Контроллер обеспечивает максимально возможную эффективность использования солнечной энергии для приготовления горячей воды или поддержания системы отопления.

Контроллер - обязательный элемент гелиосистем с принудительной циркуляцией теплоносителя. Он предназначен для управления процессом нагрева от солнца и контроля состояния гелиосистемы, а также, в зависимости от контроллера, может управлять и другими теплотехническими процессами в общей системе. Контроллер получает информацию от датчиков температуры (один из которых обязательно находится в солнечном коллекторе) и выбирает необходимый режим работы.

Эффективность и безопасность гелиосистемы в значительной мере зависят от контроллера: правильности заложенных алгоритмов работы гелиосистемы, надежности элементов.

Мы предлагаем несколько моделей цифровых контроллеров для систем различной конфигурации.

Преимущества:

- возможность автоматической регулировки скорости потока теплоносителя (управление расходом циркуляционного насоса) в зависимости от разницы температур (реализована не во всех моделях контроллеров);
- стабильность работы системы: быстрее достигаются необходимые температуры, обеспечивается дополнительная выработка тепловой энергии за счёт увеличения времени работы системы в утренние, вечерние часы и в пасмурную погоду, а также достигается экономия электроэнергии за счет снижения потребляемой мощности циркуляционным насосом.
- универсальность. Все модели контроллеров можно использовать в геосистемах разного назначения, например: ГВС, нагрев воды в бассейне, отопление;
- высокая надежность. Достигается благодаря оптимально подобранным комплектующим, заключенным в герметичный поликарбонатный корпус, который обеспечивает защиту от прямого попадания струй воды (класс защиты IP 65). Каждый контроллер подвергается жестким испытаниям, для выявления возможных неисправностей еще на этапе производства;
- простота контроля режимов системы. С помощью индикации на передней панели легко контролировать состояние системы, контроллер не нуждается в постоянной настройке, все необходимые установки монтажная организация осуществляет в процессе монтажа;
- дистанционный контроль и корректировка работы системы солнечного теплоснабжения. Работа по таймеру.

Описание контроллеров RUCELF®

Модель	Назначение	Функциональные особенности
Контроллер электронный SR 868 C8	Управляет двумя насосами (или одним насосом) в однофункциональных или многофункциональных системах с единым аккумулятором тепла: ГВС или бассейн или отопление или ГВС+отопление (комбинированный бак). Через бак-аккумулятор возможна реализация 3-х контурной схемы для ГВС и (или) бассейна с совместной работой котла.	анализирует информацию от 3-х датчиков температуры (низ бака, верх бака, коллектор); возможность управления 2-мя насосами; защита от перегрева воды в баке; контроль аварийных ситуаций;
Контроллер электронный SR 728 C	Управляет двумя насосами или одним насосом и 3-х ходовым клапаном в однофункциональных или многофункциональных системах с единым или двумя отдельными аккумуляторами тепла: ГВС и бассейн или ГВС и отопление. Через бак-аккумулятор для отопления возможна реализация 3-х контурной схемы для другого потребителя тепловой энергии.	анализирует информацию от 5-ти датчиков температуры; защита от перегрева воды в баке; контроль аварийных ситуаций; возможность гибкой настройки режимов работы;

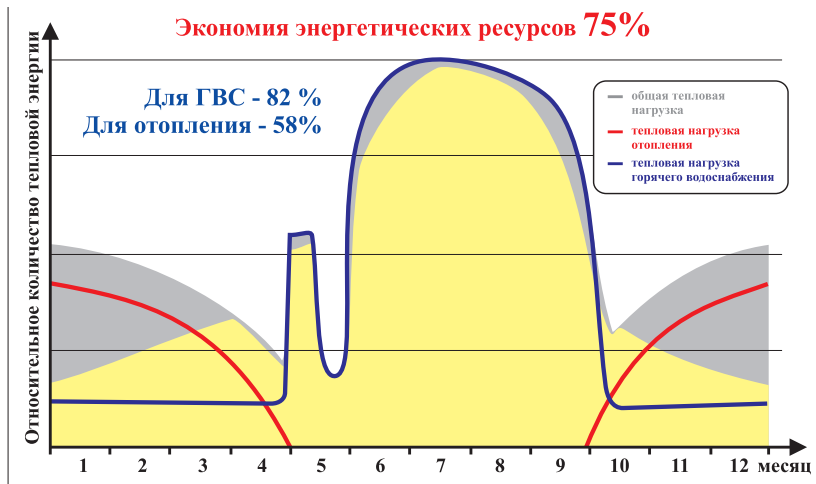
Описание самого распространенного электронного контроллера SR 868 C8

Обозначение	Функция
T1	Входной контакт датчика температуры коллектора T1
T2	Входной контакт датчика температуры бака T2, низ
T3	Входной контакт датчика температуры T3, верх
T4	Входной контакт датчика температуры трубы горячей воды (опция)
No:01	Порт подключения дисплея
Power	Вход напряжения питания
Heating	Выходные контакты электрического нагревателя H1
$\Delta T_{on}/\Delta T_{off}$	Выходные контакты включения циркуляционного насоса по ΔT , P1
Pipe circuit	Выходные контакты циркуляционного насоса горячей воды P2
Water input valve	Используется для работы системы защиты от перегрева горячей воды в баке, который имеет два внутренних теплообменника.

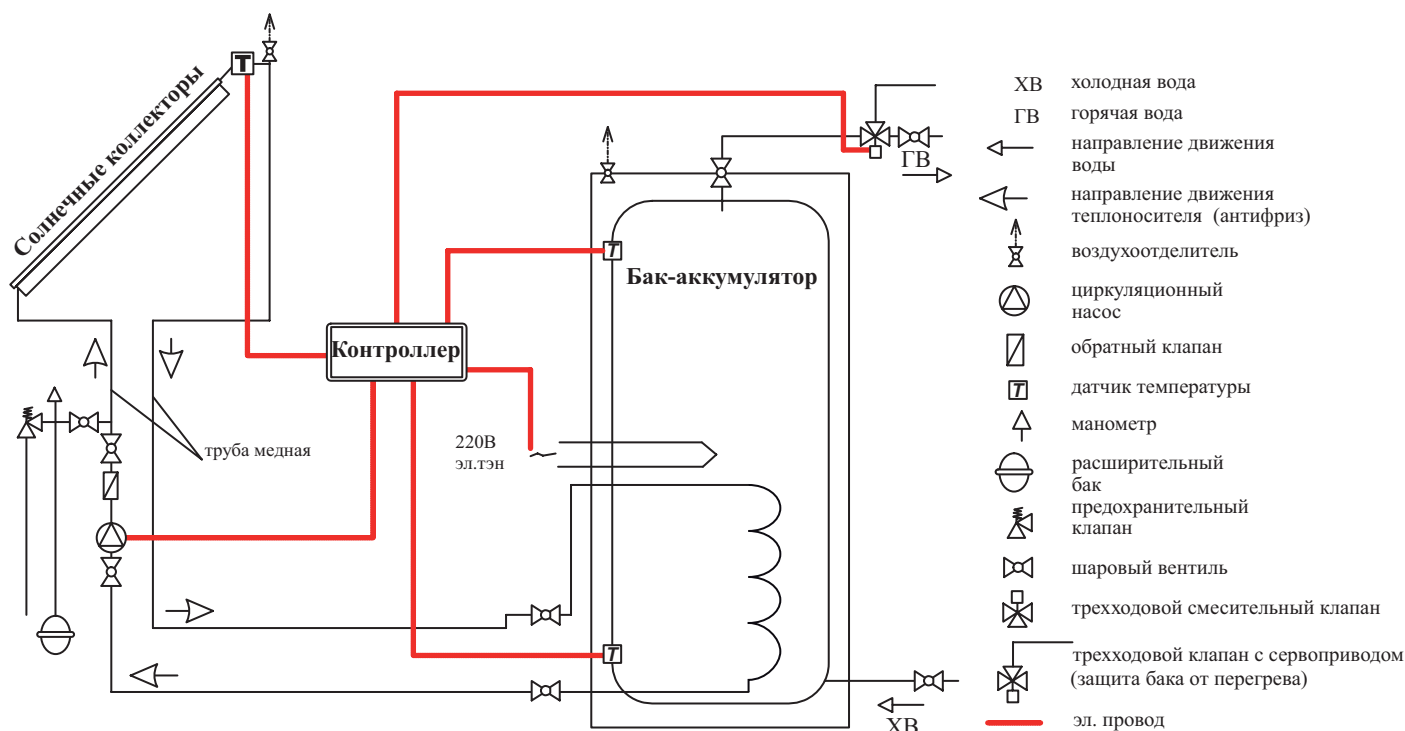
Выработка тепловой энергии гелиосистемой для ГВС и дежурного отопления в отелях сезонного действия АРК

Типичные принципиальные схемы гелиосистем приведены на схемах 1, 2, 3, 4

Рассмотрим несколько примеров применения солнечных коллекторов.



1 – Горячее водоснабжение, семья из 3-5 человек (суточное потребление горячей воды до 300 литров). См. файл 1.



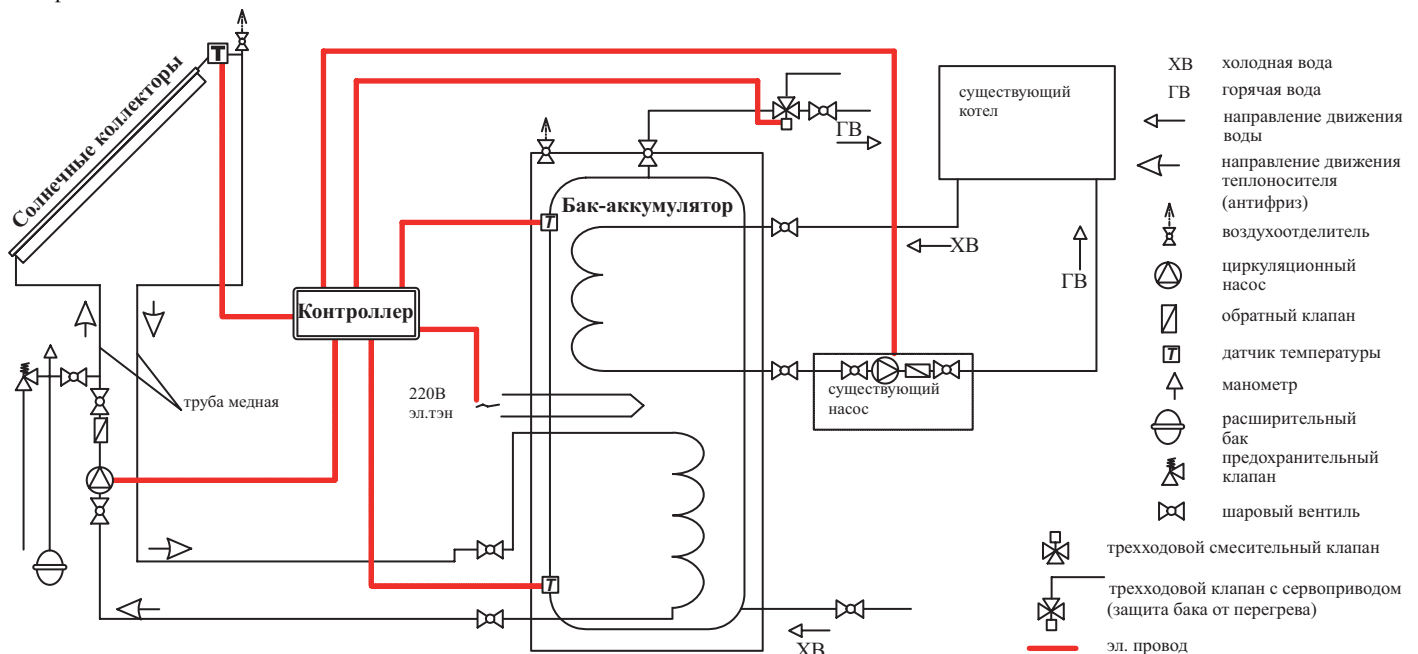
Смета на основное оборудование для гелиосистемы на базе вакуумных солнечных коллекторов RUCELF®

Наименование	Количество	Цена, \$	Стоимость, \$
Вакуумный солнечный коллектор SCV-58-1800-30 (30 трубок)	1		1323
Аккумуляторный бак RUCELF® (300 л, 1 теплообменник, ТЭН 2,2 кВт)	1		746
Расширительный бак мембранный Varem, 12 л	1		60
Контроллер электронный SR 868 C8Q	1		153
Насос циркуляционный Wilo (Q=0,3 м³/час, P=50 кПа)	1		143
Трехходовой клапан с сервоприводом (3/4"-3/4"-3/4")	1		90
Предохранительный клапан, 3/4"	1		38
Воздухоотводчик автоматический, 3/4"	1		14
Клапан обратный, 3/4"	1		10
Кран шаровый (Dn20)	5		20

Коннектор (комплект из 2 шт.)	1		17
Теплоноситель (антифриз)	10 л		45
Труба медная, DN20 (3/4")	15 м		30
Теплоизоляция K-Flex ECO (высокотемпературная) (Ø22*13 мм)	15 м		75
Расходные материалы (переходники, колена, тройники)			40
Монтажные и пусконаладочные работы			20%
Итого, \$			3300

2 – Горячее водоснабжение с возможностью подключения к существующему газовому (электро-) котлу, семья из 3-5 человек (суточное потребление горячей воды до 300 литров).

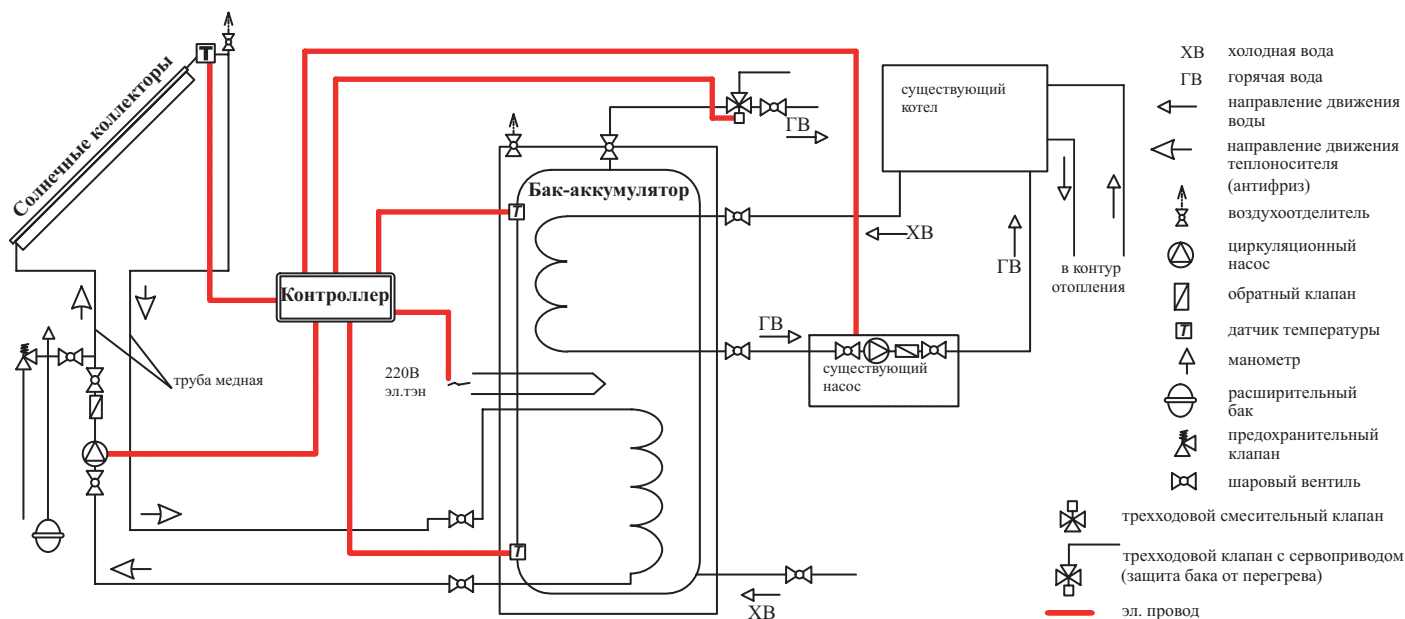
См. файл 2.



Наименование	Количество	Цена, \$	Стоимость, \$
Вакуумный солнечный коллектор SCV-58-1800-30 (30 трубок)	1		1323
Аккумуляторный бак RUCELF® (300 л, 2 теплообменника, ТЭН 2,2 кВт)	1		796
Расширительный бак мембранный Varem, 12 л	1		60
Контроллер электронный SR 868 C8Q	1		153
Трехходовой клапан с сервоприводом (3/4"-3/4"-3/4")	1		90
Насос циркуляционный Wilo (Q=0,3 м³/час, P=50 кПа)	1		143
Предохранительный клапан, 3/4"	1		38
Воздухоотводчик автоматический, 3/4"	1		14
Клапан обратный, 3/4"	1		10
Кран шаровый (Dn20)	7		30
Коннектор (комплект из 2 шт.)	1		17
Теплоноситель (антифриз)	10 л		45
Труба медная, DN20 (3/4")	15 м		30
Теплоизоляция K-Flex ECO (высокотемпературная) (Ø22*13 мм)	15 м		75
Расходные материалы (переходники, колена, тройники)			40
Монтажные и пусконаладочные работы			650
Итого, \$			3500

3 – Горячее водоснабжение + отбор на отопление (до 100 м²) с возможностью подключения к существующему газовому (электро-) котлу, (суточное потребление горячей воды до 200 л)

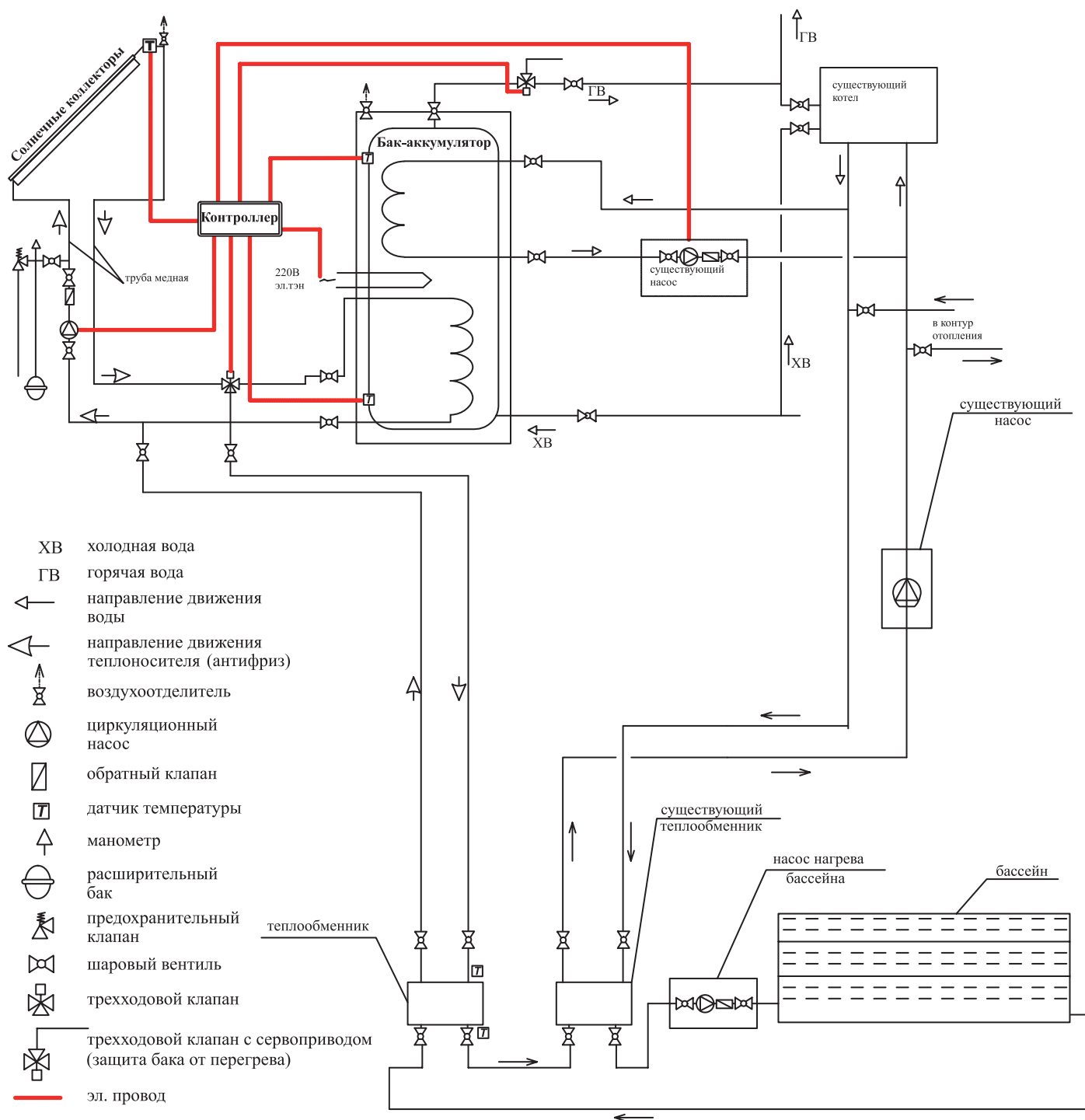
См. файл 3.



Наименование	Количество	Цена, \$	Стоимость, \$
Вакуумный солнечный коллектор SCV-58-1800-30 (30 трубок)	3		3969
Аккумуляторный бак RUCELF (300 л, 2 теплообменника, ТЭН 2,2 кВт)	1		796
Расширительный бак мембранный Varem, 12 л	1		60
Контроллер электронный SR 868 C8Q	1		153
Трехходовой клапан с сервоприводом (3/4"-3/4"-3/4")	1		90
Насос циркуляционный Wilo (Q=0,3 м ³ /час, P=50 кПа)	1		143
Предохранительный клапан, 3/4 "	1		38
Воздухоотводчик автоматический, 3/4"	1		14
Клапан обратный, 3/4"	1		10
Кран шаровый (Dn20)	7		30
Коннектор (комплект из 2 шт.)	1		17
Гофрированный соединитель	1		18,5
Теплоноситель (антифриз)	12 л		65
Труба медная, DN20 (3/4")	15 м		30
Теплоизоляция K-Flex ECO (высокотемпературная) (Ø22*13 мм)	15 м		75
Расходные материалы (переходники, колена, тройники)			40
Монтажные и пусконаладочные работы			900
Итого, \$			6448,5

4 – Горячее водоснабжение + подогрев бассейна (площадь зеркала 18-20 м², крытый) + отбор на отопление (до 100 м²) с возможностью подключения к существующему газовому (электро-) котлу, (суточное потребление горячей воды до 200 л)

См. файл 4.



Наименование	Кол-во	Цена, \$	Стоимость, \$
Вакуумный солнечный коллектор SCV-58-1800-30 (30 трубок)	4		5292
Аккумуляторный бак Rucelf (300 л, 2 теплообменника, ТЭН 2,2 кВт)	1		796
Расширительный бак мембранный Varem, 20 л	1		60

Контроллер электронный SR 868 C8Q	1		153
Насос циркуляционный Wilo (для коллектора) (Q=0,3 м³/час, P=50 кПа)	1		143
Насос циркуляционный Wilo (для бассейна) (Q=1 м³/час, P=40 кПа)	1		220
Теплообменник Alfa-Laval (P=4.8 кВт, T1=35/40°C, T2=26/31°C)	1		420
Трехходовой клапан с сервоприводом (3/4"-3/4"-3/4")	1		90
Трехходовой клапан смесительный (3/4"-3/4"-3/4")	1		50
Труба полипропиленовая (DN32)	20		60
Предохранительный клапан, 3/4"	1		38
Воздухоотводчик автоматический, 3/4"	1		14
Клапан обратный, 3/4"	2		20
Кран шаровый (Dn25)	14		60
Гофрированный соединитель	2		37
Коннектор (комплект из 2 шт.)	2		34
Теплоноситель (антифриз)	20 л		90
Труба медная, DN20 (3/4")	35 м		70
Теплоизоляция K-Flex ECO (высокотемпературная) (Ø22*13 мм)	35 м		100
Расходные материалы (переходники, колена, тройники)			40
Монтажные и пусконаладочные работы			1200
Итого, \$			8987

Экономический расчет солнечных систем

	Цена на газ для населения, с НДС, грн/м³ (при наличии газовых счетчиков)	Цены на электроэнергию для населения, грн/кВт*час	Коттедж, до 100 м² Оплата за газ, грн/год (отопление+ГВС)	Коттедж, до 100 м² Оплата за газ, грн/год (отопление+ГВС +солнечные коллектора)
До 2500 м³/год	0,4636	0,2485		1160
2500-6000 м³/год	0,732		Около 3000	
6000-12000 м³/год	1,4988			
Более 12000 м³/год	1,7904			

Из расчета 1 м³ газа=10 кВт тепла.

Рассмотрим варианты использования гелиосистем, сроки их окупаемости и сравнение их с другими видами систем отопления.

1. Подогрев бассейна (крытый, 30 м²)

Стоимость кап вложений при использовании гелиосистемы, грн	Оплата при подогреве электродом (грн/год), 1 кВт*час=0,25 грн.	Оплата при подогреве газовым котлом (грн/год), 1 м³=1.5 грн.	Ориентировочная оплата при использовании гелиосистем, грн/год	Срок окупаемости, год, с учетом ежегодного подорожания энергоресурсов
50000	13140	8000	2500	3,5-5,5

2. ГВС+ поддержка отопления+ подогрев открытого бассейна.

Оплата за тепло, грн/год (1,5 грн/м ³ газа)	Оплата после установки гелиосистем, грн/год (0,73 грн/м ³ газа)	Экономия, грн/год	Срок окупаемости (с учетом ежегодного подорожания энергоресурсов)		
9500	1900	7600	6-7 лет		

Оплата за тепло, грн/год (0,25 грн/1 кВт*ч электроэнергии)	Оплата после установки гелиосистем, грн/год (0,73 грн/м ³ газа)	Экономия, грн/год	Срок окупаемости (с учетом ежегодного подорожания энергоресурсов)		
15750	6800	8950	5-6 лет		

3. ГВС + поддержка отопления. Бассейна нет.

Стоимость кап вложений при использовании гелиосистемы, грн	Оплата при подогреве электродом (грн/год), 1 кВт*ч=0,25 грн.	Оплата при подогреве газовым котлом (грн/год), 1 м ³ =1.5 грн.	Ориентировочная оплата при использовании гелиосистем, грн/год	Срок окупаемости, год, с учетом ежегодного подорожания энергоресурсов
50000	10800	7500	2500	6-8

Большинство людей, которым мы делаем расчеты (мы приводим стоимостные и энергетические данные) хотят быстренько оценить, через какое время окупится система. Для этого они умножают количество вырабатываемой энергии на стоимость какого-нибудь энергетического ресурса, и стоимость системы делят на получившуюся сумму.

В данных расчетах есть несколько глобальных неточностей:

1. гелиосистемы относятся к инвестиционным проектам, и такой простой способ оценки экономической целесообразности не подходит (срок окупаемости - это один из важных, но не самый главный параметр), т.е. Вы просто решаете, куда вложить деньги с целью получения прибыли и каких-то других благ (горячая вода, отопление, энергетическая независимость...), а такие «сладкие» экономические показатели нужно еще поискать;
2. мы продаем системы «под ключ» и в них заложена стоимость оборудования и работ, которые не совсем относятся к гелиосистеме, но необходимы для ее правильной работы (например, бак-аккумулятор и его обвязка). Т.е. если просто выбирать, как греть воду и даже, если не ставить гелиоколлекторы, Вам все равно придется что-то покупать и платить за монтаж;
3. подорожание энергоносителей. Например, за последние два года газ на границе подорожал на 300%, и не стоит питать себя иллюзиями - в ближайшие годы мы будем жить по рыночным ценам на энергоносители! Но есть один нюанс. Если Вы подумали, что «я подожду, когда это произойдет и потом куплю систему», то через несколько лет Вам не удастся это сделать за ту же сумму, т.к. при производстве комплектующих для гелиосистем так же используются энергоносители (плюс еще ситуация на рынке) и система будет стоить дороже.
4. срок эксплуатации гелиосистем не менее 25 лет, и все оборудование подбирается соответствующее. Просто сравните данные о сроках эксплуатации устройств использующих различные энергетические ресурсы. Например, эл. бойлер - 6 лет, если в квартире, не более 3 лет, если в гостинице и не более 1 года на производстве; котел - в среднем 10 лет (но горелку заменить придется, чтобы не снижался КПД).
5. эксплуатационные затраты. Гелиосистемы считаются одними из самых надежных, безопасных и неприхотливых систем теплоснабжения. В них практически нечему ломаться. Их совсем не нужно обслуживать (за исключением районов с большой пыленностью - рекомендуется смывать грязь с коллекторов). Котлы необходимо обслуживать постоянно и желательно заменять горелки (спросите у специалистов), в эл. бойлерах горят ТЭНы и их, в принципе, по истечении срока эксплуатации, просто выбрасывают и т.д. Если у Вас газовый котел, то Вы обязательно имеете дело с газовой службой, и, ощутив запах газа, вспоминаете о безопасности;
6. остаточная стоимость гелиосистем достаточно высокая, т.е. если Вы через 40 лет решите сдать все на металлолом, Вы получите приличные деньги, т.к. в основном используются цветные металлы и другие долговечные материалы, которые останутся практически в неизменном виде.

В общем, везде есть свои достоинства и недостатки и только Вам принимать решение какие технологии использовать, а мы просто можем помочь Вам определиться.

Часто задаваемые вопросы

Коллектор - это самая дорогая часть системы? Или нет?

Солнечный коллектор - это один из дорогих компонентов (иногда бак-аккумулятор может быть значительно дороже), но в разных системах соотношение стоимости может быть разным, т.к. для одного и того же объекта можно предложить разное их количество (просто будет разный процент тепловой энергии от солнца). В среднем, из общей стоимости гелиосистем «под ключ» стоимость гелиоколлекторов составляет 30%.

Как часто нужно делать замену каких-то компонентов?

С гелиоколлекторами, обычно ничего серьезного не происходит (единственное, если Вы живете в городе, потребуется периодическая чистка стекла - 1-2 раза в год), срок эксплуатации всего остального оборудования - примерно 25 лет. Но для этого в баке-аккумуляторе нужно своевременно менять магниевый анод (если это необходимо), и раз в 6 лет может потребоваться замена незамерзающего теплоносителя. Также практика показывает, что раз в 10 лет, возможно, нужно будет заменить маленький циркуляционный насос и расширительный бак. Но все эти затраты незначительные, и касаются всех систем теплоснабжения...

Реально ли сделать эту систему без дополнительного обеспечения? Или лучше иметь на всякий случай что-то дополнительно? И какой этот всякий случай?

По нормам - должен быть дублирующий источник, рассчитанный на 100% нагрузку. Гелиосистема обеспечивает экономию энергоносителей и только частичную автономность, просто, даже летом бывает две недели пасмурных и дождливых, и гелиосистема не сможет работать на полную мощность. А в зимний период в 6 раз меньше солнечной энергии, чем летом. Но гелиосистема работает автоматически, и как только есть возможность использовать энергию солнца, она сразу включается (даже в пасмурную погоду и зимний период тоже) и, например, сможет нагреть воду с 5 до 30°C, а потом котел уже догревает до необходимой величины.

Полностью автономные системы есть! Но они в несколько раз дороже, и пока на такие системы никто в Украине не решился...

Для предварительного подсчета системы солнечных коллекторов необходимо знать следующие данные, которые обозначены в форме запроса по солнечным коллекторам.

Запрос для подбора гелиосистемы

Цели использования гелиосистем (горячее водоснабжение, частичное отопление, подогрев воды в бассейне)	
Указать площадь бассейна и его тип (крытый, открытый)	
Количество человек	
Отапливаемая площадь (тип наружных стен, пол, потолок)	
Тип системы отопления (теплый пол, радиаторы, фанкойлы)	
Дублирующий источник тепловой энергии, указать мощность (газовый, электродкотел и т.д.)	
Объем и тип существующих баков аккумуляторов (если есть)	
Температура входящей холодной воды (мин, макс)	
Возможность установки баков-аккумуляторов (отметка)	
Возможность установки коллекторов (на кровле, на земле, указать отметку)	

Список литературы

1. Ведомственные строительные нормы ВСН 52-86. «Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования».
2. Ведомственные строительные нормы ВСН 56-87. «Геотермальное теплоснабжение жилых и общественных зданий и сооружений. Нормы проектирования».
3. Бутузов В.А. Анализ опыта разработки и эксплуатации гелиоустановок в Краснодарском крае // Промышленная энергетика, № 2, 1997.
4. Рабинович М.Д. Сравнение различных методов представления климатологической информации при расчете производительности гелиосистем // Гелиотехника, № 3, 1986.
5. Валов ММ., Горшков Б.Н., Некрасова Э.И. О точности определения интенсивности солнечной радиации при расчетах гелиоустановок // Гелиотехника, №6, 1982.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Часть 3. Многолетние Выпуск 13. Часть 1. Солнечная радиация и солнечное сияние- Л.: Гидрометеоздат, 1990.
7. Отчет о НИР «Разработка рекомендаций по проектированию гелиоустановок котельных и ЦТП» // Краснодарская лаборатория энергосбережения и нетрадиционных источников энергии Академии коммунального хозяйства - Краснодар, 1989.
8. Бутузов В.А. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии в системах теплоснабжения Краснодарского края // Краснодар, 1989.
9. Отчет о НИР «Исследования и разработка гелиоустановок для систем теплоснабжения заводов МЖК и пионерлагеря «Чайка» в пос. Джанхот // Краснодарская лаборатория энергосбережения и нетрадиционных источников энергии Академии коммунального хозяйства. Краснодар, 1991.
10. Отчет о НИР. Схема размещения нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Краснодарском крае. Технико-экономический доклад. Часть 2. Оценка гелиоэнергетических ресурсов Краснодарского края и рекомендации по их техническому использованию для выработки тепловой и электрической энергии - АО Ленгидропроект. АОЗТ «Гидротех» № 030-23-27 С.-Петербург, 1994.
11. Отчет о НИР. Разработка климатических характеристик для нормативных документов по строительному проектированию, техническому нормированию и других целей ГГО им. А. И. Воейкова, Л. 1990.
12. Baron S. The embedded energy content in solar energy systems / 19 th Intersoc Energy Convers / Eng. Conf., San-Francisco, Calif, 1984.
13. ГОСТ 28310-89 Коллекторы солнечные. Общие технические условия. М.: Госстандарт, 1999.
14. АВОК 2000/6, с.20-23.

Основные термины

Приведенный коэффициент теплотерь солнечного коллектора - произведение коэффициента эффективности коллектора на полный коэффициент потерь.

Приведенная интенсивность поглощенной солнечной радиации - произведение эффективности солнечного коллектора на интенсивность поглощенной радиации.

Коэффициент эффективности солнечного коллектора - отношение фактически поглощенной полезной энергии к полезной энергии, поглощенной в случае, когда температура поглощающей пластины равна температуре жидкости.

Солнцепоглощающая поверхность солнечного коллектора - площадь поверхности солнечного коллектора, через которую передается солнечная энергия теплоносителю.

Приведенная оптическая характеристика солнечного коллектора - произведение коэффициента эффективности коллектора на поглощательную способность пластин коллектора и на пропускательную способность прозрачного покрытия.

Равновесная температура - максимальная температура пластины коллектора при отсутствии полезного отвода теплоты.

